

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 608**

51 Int. Cl.:

B01D 39/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2017** **PCT/US2017/061301**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.05.2019** **WO19094042**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2017** **E 17808271 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2024** **EP 3710132**

54 Título: **Mangas filtrantes que comprenden una membrana porosa**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
21.11.2024

73 Titular/es:

W. L. GORE & ASSOCIATES, INC. (100.0%)
555 Paper Mill Road
Newark, DE 19711, US

72 Inventor/es:

ROEHMER, REBECCA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 988 608 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

Mangas filtrantes que comprenden una membrana porosa

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general a una manga filtrante que comprende una membrana porosa. En particular, la membrana porosa puede estar unida a un medio filtrante o estar laminada con una segunda capa que está unida al medio filtrante. Las membranas porosas son duraderas para resistir las tensiones provocadas por los ciclos de limpieza.

ANTECEDENTES

La eliminación de partículas de una corriente de gas ha sido durante mucho tiempo una práctica habitual en diversos campos industriales. Entre los medios convencionales para filtrar partículas, y similares, de las corrientes de gas se incluyen, pero no se limitan a, mangas filtrantes, tubos filtrantes, cartuchos filtrantes y paneles filtrantes. Estos elementos filtrantes están orientados típicamente en un sistema de filtración, a menudo denominado cámara de mangas filtrantes, para filtrar dichas partículas. Dichos sistemas de filtración se pueden limpiar o no, dependiendo de los requisitos de funcionamiento del sistema.

A menudo, las partículas se separan de las corrientes de fluidos industriales mediante filtros laminados. Estos filtros laminados de base textil eliminan las partículas de las corrientes de fluidos. Cuando la resistencia al flujo o la caída de presión a través del material textil causada por la acumulación de partículas en el filtro se vuelve significativa, es necesario limpiar el filtro y eliminar las partículas del mismo.

En el mercado de la filtración industrial es habitual caracterizar el tipo de manga filtrante por el método de limpieza. Los tipos más comunes de técnicas de limpieza son el aire inverso, la sacudida mecánica y el chorro pulsado. Las técnicas de aire inverso y sacudida mecánica se consideran técnicas de limpieza de bajo consumo energético.

En las técnicas de filtración por aire inverso, las partículas se acumulan en el interior de la manga. Durante la limpieza, un suave lavado por contracorriente de aire hace que la manga se contraiga y que la torta de polvo se desprenda de la manga, que sale por la parte inferior de la manga hacia una tolva.

Los mecanismos sacudidores también eliminan las tortas de polvo que se acumulan en el interior de una manga. La parte superior de la manga está unida a un brazo oscilante que crea una onda sinusoidal en la manga para desalojar la torta de polvo.

En la filtración por chorro pulsado, las partículas se capturan en el exterior de la manga. Las técnicas de limpieza por chorro pulsado emplean un breve pulso de aire comprimido que penetra en la parte superior interior de una manga o tubo filtrante. La energía de este pulso de limpieza expande la manga, lo que hace que la torta de polvo se desprenda. Por lo general, la manga se encaja de nuevo en el soporte de jaula y vuelve a entrar en servicio para recoger partículas.

De las tres técnicas de limpieza, la de chorro pulsado es la más agresiva para el medio filtrante. Sin embargo, en los últimos años, los ingenieros de procesos industriales han seleccionado cada vez más las cámaras de mangas filtrantes de chorro pulsado para aplicaciones de recogida de polvo debido a:

1. El menor tamaño de la unidad (a veces hasta $\frac{1}{2}$ o $\frac{1}{4}$ del tamaño de los sacudidores y la filtración de aire inverso) debido a:

- (A) una mayor proporción de flujo de aire volumétrico/área de tela (mayor velocidad de funcionamiento a través del medio); y

- (B) la limpieza en línea permite que la unidad se diseñe con el caudal deseado, por lo que no es necesaria un área adicional del medio filtrante para permitir la limpieza fuera de línea.

2. Número mínimo de piezas móviles.

3. Menor número de mangas a sustituir.

En una cámara de mangas filtrantes de chorro pulsado, las mangas se introducen en la cámara de mangas filtrantes con una jaula metálica en su interior para evitar que se contraigan. El aire sucio que contiene polvo entra en la cámara de mangas filtrantes por el lado exterior de la manga, donde el polvo se acumula en la superficie. El aire limpio atraviesa la manga y sale de la cámara de mangas filtrantes. Cuando se ha acumulado una cantidad suficiente de polvo en el exterior de la manga como para que disminuya el flujo de aire que la atraviesa, la cámara de mangas filtrantes de chorro pulsado envía en sentido inverso un pulso de aire a alta presión a través de la manga. El polvo acumulado es expulsado de la manga para su recogida en la parte inferior de la cámara de mangas filtrantes mediante una

combinación del aire a alta presión y el movimiento en la manga provocado por el pulso inverso. Este proceso de limpieza se puede realizar varias veces por hora para mantener un flujo de aire suficiente a través de la manga.

El movimiento en la manga mencionado anteriormente es el resultado del aire a alta presión, que imparte una tensión en la manga.

La patente estadounidense n.º 6.110.243 está dirigida a conjuntos de mangas filtrantes que comprenden una estructura de soporte, tal como una jaula de soporte de metal, plástico o similar, y un medio filtrante de una o más membranas de PTFE expandido sin material o capa de sostén. Como se describe, el conjunto de manga filtrante comprende además una cubierta de soporte, o cubierta de jaula, que se ajusta sobre la superficie exterior del soporte, o jaula, para evitar que el medio filtrante quede en contacto con la jaula. La solicitud de patente estadounidense n.º US 2011/0146493 describe un conjunto filtrante para su uso en una cámara de mangas filtrantes que tiene una chapa tubular con una abertura a través de la misma.

Los conjuntos de mangas filtrantes siguen teniendo el problema de mejorar su durabilidad. Por tanto, es evidente que sería ventajoso proporcionar un conjunto de manga filtrante mejorado dirigido a superar una o más de las limitaciones expuestas anteriormente.

BREVE RESUMEN DE ALGUNAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE EJEMPLO

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un conjunto filtrante para filtrar partículas de una corriente de gas, que comprende: una manga filtrante que comprende un medio filtrante y una membrana porosa que tiene una superficie aguas arriba expuesta a la corriente de gas y una superficie aguas abajo adyacente al medio filtrante, en donde la membrana porosa tiene un punto de burbujeo de 0,09 MPa o más, y en donde, cuando la membrana porosa se expone a partículas y se somete a pruebas de acuerdo con la norma ISO 11057:2011, la membrana porosa presenta un aumento de presión diferencial inferior a 0,1 MPa entre un ciclo de prueba inicial y un ciclo de prueba final, y en donde la membrana porosa tiene una resistencia en una dirección transversal que es de 100 N/m o más, por ejemplo 175 N/m o más, en donde el conjunto filtrante se puede limpiar. En una forma de realización, la membrana porosa es capaz de resistir fallos estructurales causados por las tensiones de un proceso de limpieza, por ejemplo, agitación o pulsación, para liberar las partículas recogidas de la superficie aguas arriba de la membrana porosa. La membrana porosa tiene una estructura para recoger las partículas en la superficie aguas arriba. Además, la membrana porosa puede recoger más del 97 % de las partículas con un diámetro superior a 0,07 micras de la corriente de gas.

En una forma de realización, la membrana porosa comprende una membrana de fluoropolímero o una membrana de poliéster. Además del alto punto de burbujeo y/o la alta resistencia transversal, la membrana porosa puede tener una o más de las siguientes características. La membrana porosa puede tener una proporción masa/área de 4,5 g/m² o menos. La membrana porosa también puede tener una resistencia al estallido por bola de 1,36 kg o menos. Además, la membrana porosa puede tener una permeabilidad de 0,508 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (1 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua). Además, la membrana porosa tiene un grosor de 5 a 50 micras.

En una forma de realización, el medio filtrante comprende un fieltro tejido, un fieltro no tejido o un material de fibra de vidrio. Dependiendo del tipo de manga, puede haber una subestructura de soporte adyacente al medio filtrante.

En otra forma de realización, se proporciona un sistema de filtros de tipo cámara de mangas filtrantes que comprende una carcasa con una entrada y una salida, una chapa tubular situada dentro de la carcasa entre la entrada y la salida, y uno o más de los conjuntos de manga filtrante descritos anteriormente montados en la chapa tubular.

Estas y otras formas de realización, junto con muchas de sus ventajas y características, se describen con más detalle junto con la siguiente descripción y las figuras adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se entenderá mejor teniendo en cuenta las figuras no limitativas adjuntas.

La FIG. 1 es una imagen SEM de una membrana con fallos estructurales debidos a una baja resistencia de la membrana en la dirección transversal.

La FIG. 2 muestra una vista esquemática de una cámara de mangas filtrantes de acuerdo con las formas de realización divulgadas en el presente documento.

La FIG. 3 muestra una vista en perspectiva seccionada de una manga filtrante con una membrana porosa adyacente a un medio filtrante de acuerdo con las formas de realización divulgadas en el presente documento.

La FIG. 4 muestra una vista en perspectiva de un conjunto filtrante que tiene una manga filtrante con una membrana porosa adyacente a un medio filtrante de acuerdo con las formas de realización divulgadas en el presente documento.

La FIG. 5 muestra una vista en perspectiva de otro conjunto filtrante que tiene una manga filtrante con un laminado adyacente a un medio filtrante de acuerdo con las formas de realización divulgadas en el presente documento.

La FIG. 6 es un gráfico del aumento de la presión diferencial de una membrana porosa adyacente a un medio filtrante en comparación con un ejemplo comparativo.

La FIG. 7 es un gráfico del aumento de la presión diferencial de una membrana porosa adyacente a un medio filtrante en comparación con un ejemplo comparativo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los expertos en la materia apreciarán fácilmente que varios aspectos de la presente divulgación se pueden realizar mediante cualquier número de métodos y aparatos configurados para realizar las funciones previstas. También cabe señalar que las figuras adjuntas a las que se hace referencia en el presente documento no están necesariamente dibujadas a escala, sino que pueden estar exageradas para ilustrar diversos aspectos de la presente divulgación y, en ese sentido, las figuras de los dibujos no deben interpretarse como limitativas.

Varias formas de realización descritas en el presente documento se refieren a una manga filtrante que comprende un medio filtrante y una membrana porosa duradera adyacente que tiene una microestructura apretada que proporciona una capacidad de limpieza mejorada. A efectos de la presente invención, un punto de burbujeo de 0,06 MPa o más exhibe una microestructura apretada. El problema con la microestructura apretada es que es probable que estas membranas tengan aumentos significativos en la caída de presión, lo que es perjudicial para la manga filtrante. Es también probable que membranas más delgadas y/o ligeras tengan aumentos significativos en la caída de presión, lo cual es perjudicial para la manga filtrante. En una forma de realización, la membrana porosa comprende una membrana delgada y apretada que tiene una gran resistencia en dirección transversal. En otra forma de realización, la membrana porosa está laminada a una segunda capa, tal como una membrana. Las formas de realización superan los problemas asociados a las caídas de presión usando una membrana delgada y/o ligera con alta resistencia en la dirección transversal o laminando la membrana delgada y/o ligera a una segunda capa, lo que mejora la durabilidad y la facilidad de limpieza de una manga filtrante. Las mangas filtrantes descritas en el presente documento se pueden usar en un conjunto filtrante para filtrar partículas de una corriente de gas, tal como una corriente de gas de escape. En una forma de realización, se puede proporcionar una manga filtrante colectora de polvo de alta eficacia.

Durante el funcionamiento, la manga filtrante recoge partículas en la superficie aguas arriba y las partículas recogidas se eliminan varias veces a lo largo del funcionamiento mediante limpieza. El conjunto filtrante se puede limpiar eliminando las partículas que se acumulan como una torta de polvo en la manga filtrante usando técnicas de limpieza tales como aire inverso, sacudida mecánica y chorro pulsado. En una forma de realización, se puede usar limpieza acústica por medio de una bocina sónica en combinación con estas técnicas de limpieza. Las bocinas sónicas usadas en las operaciones de limpieza producen una energía acústica de baja frecuencia y altos decibelios (sonido en el intervalo de 60 a 250 Hz, con intensidades de hasta 150 dB).

Las formas de realización de la presente invención ofrecen la ventaja de lograr permeabilidad al tiempo que proporcionan una mayor durabilidad. A medida que las membranas se hacen más ligeras y/o delgadas, la membrana es más vulnerable a los daños durante el proceso de fabricación y el proceso de limpieza. Dado que los daños estructurales en forma de grietas, desgarros o roturas, durante el proceso de fabricación suponen un inconveniente y un coste elevado, la membrana se puede sustituir antes de usarse. Una vez en uso, cualquier daño estructural en la membrana reduce la vida útil de la manga filtrante, lo que crea un importante problema de durabilidad.

Además, otras formas de realización de la presente invención proporcionan una segunda capa que actúa como capa de sacrificio para la membrana porosa. Esto permite usar la membrana delgada y apretada descrita en el presente documento en mangas filtrantes con medios filtrantes que tengan una topología abrasiva o con técnicas de limpieza que ejerzan tensión sobre las mangas filtrantes.

Las mangas filtrantes descritas en el presente documento se pueden usar en una amplia variedad de aplicaciones en las que es necesario controlar los contaminantes o capturar productos. Esto incluye centrales eléctricas, acerías, productores químicos y otras empresas industriales en las que se desea una alta eficacia en la recogida de partículas. Una forma de realización ejemplar de acuerdo con la invención es una manga filtrante que se usa en cámaras de mangas filtrantes para cemento. Las cámaras de mangas filtrantes para cemento emplean a menudo medios filtrantes que tienen topologías abrasivas.

Una topología abrasiva se refiere a la superficie de un medio filtrante que tiene bordes, puntos o contornos que crean una superficie no lisa. Esta superficie no lisa es capaz de abrasar, desgarrar, romper, lacerar o dañar de cualquier otro modo una membrana adyacente. Una vez dañada la membrana, la manga filtrante pierde eficacia en la eliminación de partículas.

La membrana también se puede dañar debido a las tensiones provocadas durante la limpieza para eliminar la torta de polvo. La pulsación durante la limpieza puede crear tensiones adicionales, incluida una tensión abrasiva, incluso

cuando el medio filtrante tiene superficies lisas. La expansión y contracción repetidas de la manga filtrante contra la subestructura de soporte y/o el medio filtrante durante la limpieza pueden provocar daños en la membrana. Para superar los problemas causados por los daños, una forma de realización de la presente invención usa membranas que tienen una resistencia transversal que es de 100 N/m o más, por ejemplo 120 N/m o más, 150 N/m o más, 175 N/m o más, o 200 N/m. La resistencia transversal se puede determinar usando el método ASTM D412-06a (2006), usando el troquel F. La resistencia transversal se refiere a la resistencia en la dirección transversal en la manga filtrante, por ejemplo la dirección alrededor de la circunferencia de la manga filtrante. Como se muestra en las figuras, la dirección transversal se indica con una flecha (t). La dirección transversal puede estar en la dirección de la anchura circunferencial de la manga filtrante que no es paralela a la longitud de la manga filtrante y, en algunas formas de realización, puede ser perpendicular a la longitud de la manga filtrante. En una forma de realización, esta propiedad de resistencia transversal ayuda a proporcionar una manga filtrante que tiene una membrana orientada hacia el exterior que es resistente y duradera. Las membranas con una resistencia transversal inferior a 100 N/m adyacentes al medio filtrante sufren fallos estructurales cuando se someten a tensiones en la manga filtrante. Como se muestra en la FIG. 1, una membrana 1, con una resistencia de 94,5 N/m en la dirección transversal t, sufrió roturas visibles 2 debido a la falta de resistencia transversal en la membrana de la FIG. 1. Esto indica que la membrana 1 era menos duradera y las roturas acortaron la vida útil de la manga filtrante.

Manga filtrante

Las mangas filtrantes descritas en el presente documento incluyen una membrana que proporciona un elevado flujo de aire y un buen desprendimiento de la torta de polvo. Esto permite limpiar fácilmente la manga filtrante y, al mismo tiempo, reducir la caída de presión asociada a la manga filtrante. La membrana puede estar unida, ya sea laminada o adherida, a un medio filtrante, o la membrana puede ser adyacente a una segunda capa para formar un laminado que esté unido al medio filtrante. La manga filtrante puede tener diversas conformaciones y características dependiendo del funcionamiento y la técnica de limpieza. En una forma de realización, la manga filtrante para limpieza por chorro pulsado puede tener un manguito en un extremo y una abertura en el otro que permita a la manga filtrante rodear, al menos parcialmente, una subestructura de soporte. Independientemente del diseño, el hecho de que la manga filtrante tenga una membrana porosa con una alta resistencia transversal ayuda a aumentar la durabilidad de la manga filtrante, lo que reducirá las emisiones de partículas para cumplir las normas sobre emisiones.

En una cámara típica de mangas filtrantes, cada manga filtrante puede tener una longitud de 0,3 m a 10 m y un diámetro interior de 5 cm a 30 cm. La manga filtrante puede tener unas dimensiones que permitan que las mangas filtrantes se monten en la cámara de mangas filtrantes, se ajusten sobre la subestructura de soporte o se ajusten con subestructuras de soporte. Se debe entender que estas dimensiones no son necesariamente limitantes a efectos de la presente invención y que las formas de realización divulgadas en el presente documento se pueden usar en una amplia variedad de cámaras de mangas filtrantes.

En una forma de realización, la manga filtrante puede ser plisada. Una manga filtrante plisada puede aumentar la profundidad del medio filtrante y exponer el medio filtrante a menos partículas de la corriente.

En referencia ahora a la FIG. 2, se muestra una cámara de mangas filtrantes con una secuencia de limpieza por chorro pulsado. Dentro de una tolva 20, una corriente de gas cargada de partículas 21 entra en la tolva por una entrada 22 y pasa a través de una manga filtrante 23 que comprende una membrana porosa que tiene una alta resistencia en la dirección transversal (t). La manga filtrante puede comprender una membrana porosa unida a un medio filtrante o un laminado que comprenda la membrana porosa unida al medio filtrante. Una chapa tubular 25 en el interior de la tolva 20 impide que la corriente de gas eluda la manga filtrante 23. La manga filtrante 23 se mantiene abierta mediante una jaula de soporte interna 26 (que se muestra debajo de la manga filtrante 23). La corriente de gas, tras pasar por la manga filtrante 23 y atravesar la salida de manga 29, sale del compartimento de aire limpio por la salida 27. En funcionamiento, las partículas forman una torta de polvo 28 en el exterior de la membrana porosa, como se muestra en la manga de la izquierda de la figura. Durante la limpieza para eliminar la torta de polvo 28, aire procedente de un tubo de pulsos 30 entra en la manga filtrante. Este pulso de aire 32 expande la manga filtrante, lo que hace que la torta de polvo se desprenda y que partículas 31 se acumulen en el fondo de la tolva 20. Como se observa en la manga de la derecha de la FIG. 2, el chorro pulsado hace que la manga filtrante se expanda. La expansión y contracción repetidas de la manga filtrante provocan desgaste. Cabe señalar que otras técnicas de limpieza también ejercen tensiones sobre las mangas filtrantes. La ventaja de las mangas filtrantes descritas en el presente documento es que la membrana porosa tiene una microestructura apretada, así como una mayor resistencia en la dirección transversal, lo que mejora la durabilidad y reduce los fallos estructurales causados por las tensiones durante el ciclo de limpieza.

Membrana porosa

En una forma de realización, se proporciona un conjunto de manga filtrante para filtrar partículas de una corriente de gas, el cual se puede limpiar y comprende una manga filtrante. La manga filtrante comprende una membrana porosa que tiene una superficie aguas arriba expuesta a la corriente de gas y un medio filtrante unido a la membrana porosa. En una forma de realización, la membrana porosa tiene un punto de burbujeo de 0,09 MPa o más, por ejemplo 0,1 MPa o más o 0,5 MPa o más. En una forma de realización, la membrana porosa tiene una resistencia en dirección transversal de 100 N/m o más, por ejemplo 150 N/m o más, 175 N/m o más, o 200 N/m o más.

Las membranas porosas usadas en las mangas filtrantes descritas en el presente documento tienen varias características que son particularmente ventajosas para lograr el mayor rendimiento descrito en el presente documento. Las membranas son capaces de capturar partículas finas, tienen una eficacia de filtración mejorada, un mayor desprendimiento de la torta y una mayor capacidad de flujo de aire durante su uso. En una forma de realización, la membrana porosa recoge más del 97 % de las partículas de la corriente de gas con un diámetro superior a 0,07 micras. En otra forma de realización, la membrana porosa recoge más del 99 % de las partículas de la corriente de gas con un diámetro superior a 0,07 micras. Cuando la membrana porosa está unida a un medio filtrante, la manga filtrante tiene una mayor eficacia de recogida.

Las membranas porosas pueden comprender un fluoropolímero o un material de poliéster. Una membrana de fluoropolímero adecuada incluye politetrafluoroetileno (PTFE) que se prepara mediante diversos métodos, incluida la expansión del PTFE para formar politetrafluoroetileno expandido (ePTFE). Otros fluoropolímeros adecuados pueden ser fluoruro de polivinilideno (PVDF), un copolímero de tetrafluoroetileno y hexafluoropropileno (FEP), un copolímero de tetrafluoroetileno y perfluoroalquilo vinil éter (PFA) o similares.

La membrana tiene poros para permitir el paso de fluido, ya sea aire o líquido, a la vez que retiene partículas tales como polvo fino. La naturaleza porosa de la membrana mantiene un aumento de la presión diferencial inferior a 0,7 MPa, por ejemplo inferior a 0,5 MPa o inferior a 0,1 MPa, de acuerdo con el método de ensayo ISO.

En una forma de realización, la membrana porosa es una membrana de ePTFE con una microestructura apretada que tiene un punto de burbujeo de 0,09 Mpa o más, por ejemplo 0,1 Mpa o más o 0,5 Mpa o más. Expresado en intervalos, el punto de burbujeo es de 0,06 a 1 MPa, por ejemplo de 0,06 a 0,7 MPa o de 0,07 a 0,5 MPa. Las membranas de ePTFE también pueden tener un diámetro de poro promedio de 0,7 micras o menos, por ejemplo de 0,5 micras o menos.

La membrana de ePTFE puede tener una estructura de una pluralidad de nodos y/o una pluralidad de fibrillas que crean poros. En algunas formas de realización, la membrana de ePTFE está sustancialmente fibrilada y contiene unos pocos nodos. El uso de PTFE proporciona una buena resistencia al calor e inercia química. El ePTFE poroso proporciona una mayor resistencia y estabilidad, que tiene una alta resistencia transversal para soportar la tensión causada por la limpieza por chorro pulsado. Estas tensiones en la membrana son de dos tipos. Una causada por la expansión repentina durante la limpieza por chorro pulsado. La otra causada por la contracción repentina de la bolsa contra su subestructura de soporte. Las tensiones se producen repetidamente a lo largo de la vida útil de la manga filtrante, que puede ser de varios años. En algunas aplicaciones de la manga filtrante puede haber más de un millón de ciclos de pulsos en cada año de funcionamiento.

Las membranas usadas en el presente documento tienen un punto de burbujeo que es de 0,09 MPa o más y una resistencia transversal que es de 100 N/m o más para resistir fallos estructurales, tales como grietas, desgarros o roturas, al aplicar un flujo de aire para liberar las partículas recogidas de la superficie aguas arriba. En el caso de las membranas de ePTFE, la alta resistencia transversal se puede conseguir mediante el estiramiento biaxial de una cinta de PTFE extrudida.

Aunque la resistencia de las membranas en la dirección transversal puede ser lo suficientemente alta como para evitar fallos estructurales, no es necesario aumentar la resistencia en la dirección lateral. La dirección lateral se extiende a lo largo de la manga filtrante y está inclinada con respecto a la dirección transversal o es perpendicular a la misma. En una forma de realización, la resistencia lateral es inferior a 100 N/m, por ejemplo, inferior a 75 N/m o inferior a 50 N/m. Aunque la resistencia lateral puede ser mayor, esto no es necesario para que la manga filtrante brinde sus ventajas.

El uso de la membrana porosa de ePTFE proporciona mayores caudales de aire, es decir, una alta permeabilidad, lo que es adecuado para una buena filtración del aire. Las membranas son porosas y tienen una permeabilidad al aire de al menos 0,508 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (1 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua), por ejemplo de al menos 2,54 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (5 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua) o de al menos 5,08 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (10 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua). Aunque anteriormente se usaba una baja permeabilidad al aire con corrientes líquidas, los autores de la presente invención han descubierto que una membrana de baja permeabilidad al aire se puede usar en una manga filtrante con un punto de burbujeo más alto.

Una membrana ligera puede mantener el flujo de aire y reducir el peso total de la manga filtrante. Por tanto, en una forma de realización se proporciona una membrana que tiene una proporción masa/área de 4,5 g/m² o menos, por ejemplo 4 g/m² o menos, 3 g/m² o menos o 1 g/m² o menos. Por otra parte, la membrana puede tener un intervalo de proporción masa/área de 0,5 g/m² a 4,5 g/m², por ejemplo de 0,5 g/m² a 4 g/m² o de 0,5 g/m² a 3 g/m². Las membranas con una proporción masa/área superior a 5 g/m² son más pesadas y tienden a tener una permeabilidad reducida que disminuye el flujo de aire.

Las membranas más delgadas son generalmente ligeras y tienen una buena permeabilidad al aire. En una forma de realización, la membrana tiene un grosor de 5 a 50 micras, por ejemplo de 5 a 30 micras o de 10 a 30 micras. En algunas formas de realización, las membranas se pueden colocar en capas para conseguir el grosor deseado.

Aunque las membranas de la presente invención tienen una alta resistencia transversal, las membranas tienen un estallido por bola de 1,36 kg o menos, por ejemplo de 1,26 kg o menos o de 1,16 kg o menos. Un estallido por bola reducido permite que la membrana con un punto de burbujeo superior a 0,06 MPa mantenga un flujo de aire con un menor aumento de la presión diferencial. Además, dado que la membrana está unida al medio filtrante, es deseable un estallido por bola reducido con la mayor resistencia transversal.

En una forma de realización, se proporciona un conjunto de manga filtrante para filtrar partículas de una corriente de gas, el cual se puede limpiar y comprende una subestructura de soporte, y una manga filtrante que rodea, al menos parcialmente, la subestructura de soporte, en donde la manga filtrante comprende una membrana porosa que tiene una superficie aguas arriba expuesta a la corriente de gas y un medio filtrante unido a la membrana porosa. La membrana porosa tiene una resistencia en dirección transversal de 100 N/m o más, y al menos dos de las siguientes propiedades: una permeabilidad al aire de al menos 0,508 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (1 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua), un punto de burbujeo de 0,06 MPa o más, una proporción masa/área de 4,5 g/m² o menos, un grosor de 5 a 50 micras y un estallido por bola de 1,36 kg o menos. En otra forma de realización, la membrana porosa tiene un punto de burbujeo de 0,06 MPa o más y una resistencia en dirección transversal de 100 N/m o más, y al menos una de las siguientes propiedades: una permeabilidad al aire de al menos 0,508 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (1 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de columna de agua), una proporción masa/área de 4,5 g/m² o menos, un grosor de 5 a 50 micras y un estallido por bola de 1,36 kg o menos.

Medio filtrante

Las membranas se pueden unir al medio filtrante mediante laminación, soldadura, cosido, tachuelas, abrazaderas u otros medios de unión adecuados. En una forma de realización, las membranas se adhieren al medio filtrante mediante una capa continua de adhesivo o un adhesivo discontinuo de puntos y cuadrículas. Un adhesivo habitual es un adhesivo de polímero fluorado, tal como un copolímero de etileno propileno fluorado (FEP), que se suele aplicar sobre el medio filtrante mediante recubrimiento por transferencia de la superficie superior del medio filtrante con una dispersión de PTFE o una dispersión acuosa de FEP. Otros adhesivos útiles incluyen un copolímero de tetrafluoroetileno/perfluoropropileno, difluoruro de polivinilideno y similares. En otra forma de realización, la laminación de la membrana porosa de ePTFE a la cara cubierta del medio filtrante se efectúa colocando la membrana sobre la cara cubierta del medio filtrante y calentando por encima del punto de fusión del adhesivo con una ligera presión. En otras formas de realización, el medio filtrante puede comprender un PTFE o un material termoplástico y se puede fundir con la membrana sin necesidad de otro adhesivo.

En una cámara de mangas filtrantes, el medio filtrante debe ser capaz de soportar altas temperaturas sin degradarse. El medio filtrante es un material de sostén sobre el que se puede adherir o laminar la membrana. Dependiendo del contenido químico y/o de humedad de la corriente de gas, de su temperatura y de otras condiciones, las mangas filtrantes se pueden fabricar con fibra de vidrio, poliéster, algodón, nailon u otros materiales. Como medio filtrante también se puede usar fieltros y fibras hechas de PTFE, poliéster, polipropileno, sulfuro de polifenileno, aramida o poliimida. Como medio filtrante también se pueden emplear mezclas de fibras y filamentos, tales como fibra de vidrio y PTFE. En aplicaciones a altas temperaturas, superiores a 400 °C, puede usarse como medio filtrante PTFE tejido, fibra de vidrio o poliimida.

Los tejidos de PTFE disponibles en el mercado son fieltros punzonados con capa de soporte hechos con fibra de PTFE. Estos fieltros suelen pesar entre 650 y 900 g/m² y se pueden reforzar con un entelado tejido multifilamento (130-210 g/m²). El elemento de entelado puede estar hecho de cualquier politetrafluoroetileno, pero preferentemente es politetrafluoroetileno expandido y poroso. Los fieltros están formados por fibras cortadas (normalmente de 6,7 denier/filamento o 7,4 dtex/filamento) y tienen una longitud de 5-20 cm.

En una forma de realización, puede haber una capa adicional añadida al medio filtrante, tal como una envoltura de un material de polipropileno no tejido o un componente adsorbente para capturar el mercurio en el lado aguas abajo del medio filtrante. En otra forma de realización, el medio filtrante puede comprender uno o más catalizadores para convertir contaminantes tales como NO_x, NH₃, CO, dioxina, furano u ozono. El catalizador puede comprender un material activo tal como TiO₂, V₂O₃, WOs, MnO₂, Pt o Al₂O₃. Con un catalizador, contaminantes tales como dioxinas, furanos, NO_x, CO y similares, se pueden eliminar eficazmente de una corriente de fluido.

La FIG. 3 es un conjunto filtrante 100 que comprende una manga filtrante 102 unida a un mecanismo sacudidor (no mostrado). A efectos ilustrativos, las capas de la manga filtrante 102 están seccionadas. La manga filtrante 102 tiene una tapa 116 en un extremo y una abertura 108 en el extremo opuesto para permitir el paso y la salida del aire limpio. El conjunto filtrante 100 incluye un cable 118 para montar el conjunto filtrante 100 en un mecanismo sacudidor (no mostrado). La manga filtrante 102 comprende una membrana porosa 120, como la descrita en el presente documento, que está unida al medio filtrante 122 mediante una capa adhesiva 124. La capa adhesiva 124 puede ser una capa continua o una rejilla, líneas o patrón de adhesivo que forman una capa discontinua. La membrana porosa 120 tiene

un punto de burbujeo de 0,06 MPa o más y una resistencia en la dirección transversal (t) que es de 100 N/m o más. Como se muestra en la FIG. 3, la membrana porosa 120 se muestra en la superficie interna del medio filtrante 122.

Subestructuras de soporte

Las subestructuras de soporte que se pueden usar en los elementos filtrantes de la presente invención pueden variar ampliamente dependiendo de una serie de condiciones, entre las que se incluyen la configuración del conjunto filtrante, el tipo de material que se va a filtrar, el sistema de filtración en el que se incorporará el conjunto filtrante, el mecanismo de limpieza y similares. Por ejemplo, estructuras de soporte adecuadas para su uso en la presente solicitud incluyen jaulas, anillos o abrazaderas que se pueden fabricar a partir de materiales tales como metales, plásticos y fibras naturales, incluyendo formas tejidas o no tejidas, tales como poliéster hilado o materiales no tejidos de fieltro de aramida. En una forma de realización, la subestructura de soporte puede ser de malla metálica o de plástico. También se pueden usar jaulas de soporte de alambre como subestructuras de soporte. En otras formas de realización, la subestructura de soporte puede ser una pieza añadida rígida autoportante.

En una forma de realización, la subestructura de soporte comprende una jaula que se puede construir como una pieza unitaria o ensamblarse a partir de varias piezas. La jaula puede tener una cubierta para proporcionar una barrera entre la jaula y el medio filtrante. La cubierta puede reducir el contacto entre el medio filtrante y la subestructura de soporte.

La FIG. 4 es un conjunto filtrante 100 que comprende una manga filtrante 102 ajustada alrededor de una subestructura de soporte 104, que se muestra como una jaula metálica. A efectos ilustrativos, las capas de la manga filtrante 102 se muestran estiradas hacia abajo, pero debe entenderse que dichas capas cubren la subestructura de soporte 104. Como se muestra en la FIG. 3, la subestructura de soporte 104 es una jaula de alambre que se usa para la limpieza por chorro pulsado. La manga filtrante 102 tiene una porción de manguito 106 en un extremo y una abertura 108 en el extremo opuesto para permitir el paso y la salida del aire limpio. El conjunto filtrante 100 incluye una porción de retención 110 para montar una manga en una chapa tubular. En otras formas de realización, el conjunto filtrante puede tener un gancho u otro elemento de fijación para sujetar el conjunto filtrante 100 dentro de la cámara de mangas filtrantes. La manga filtrante 102 comprende una membrana porosa 120, como la descrita en el presente documento, que está unida al medio filtrante 122 mediante una capa adhesiva 124. La membrana porosa 120 mostrada en la FIG. 4 tiene un punto de burbujeo de 0,06 MPa o más y una resistencia en la dirección transversal (t) que es de 100 N/m o más.

Material de sacrificio

Aunque en la FIG. 4 se muestra el medio poroso unido directamente al medio filtrante, en otras formas de realización puede haber un material de sacrificio dispuesto entre el medio filtrante y la membrana porosa. Este material de sacrificio evita que la topología abrasiva del medio filtrante provoque fallos estructurales en la membrana porosa. El material de sacrificio protege el medio poroso sin causar pérdidas en la recogida de partículas. En una forma de realización, se proporciona un conjunto de manga filtrante para filtrar partículas de una corriente de gas, el cual se puede limpiar y comprende una subestructura de soporte, y una manga filtrante que rodea, al menos parcialmente, la subestructura de soporte que comprende un laminado de una membrana y una segunda capa que comprende un material de sacrificio. El laminado puede incluir una superficie aguas arriba de la membrana porosa expuesta a la corriente de gas, mientras que la segunda capa está unida al material filtrante.

La segunda capa puede comprender un material de sacrificio para crear una superficie lisa para adherir la membrana al medio filtrante. Debido a la rugosidad de superficie del medio filtrante, el medio filtrante puede perforar la membrana cuando se unen directamente entre sí. En una forma de realización, la segunda capa reduce este inconveniente al proporcionar una barrera entre la membrana y el medio filtrante. La segunda capa puede ser perforada por el medio filtrante sin causar daños a la membrana porosa. La perforación se puede producir durante el ensamblaje o durante la limpieza. Por tanto, la membrana porosa conserva su retención de partículas y sigue funcionando sin sufrir problemas estructurales que le resten durabilidad.

En esta forma de realización, la membrana porosa unida a la segunda capa tiene una resistencia en dirección transversal de 50 N/m o más, por ejemplo 60 N/m o más, o 100 N/m o más. En esta forma de realización, la membrana porosa puede tener una resistencia transversal relativamente menor en comparación con las formas de realización que usan una membrana porosa unida al medio filtrante debido a la presencia de la segunda capa entre la membrana porosa y el medio filtrante. Además, cuando la membrana porosa se usa como laminado, el punto de burbujeo de la membrana porosa es de 0,06 MPa o más, por ejemplo, 0,2 MPa o más o 0,5 MPa o más.

La segunda capa puede ser un material textil tejido, un material textil no tejido o una membrana. En una forma de realización, una membrana, tal como una membrana de fluoropolímero o una membrana de poliéster, se puede usar como segunda capa. Una membrana adecuada para la segunda capa puede ser porosa y tener una permeabilidad de 1 Frazier o más, por ejemplo 5 Frazier o más. Cuando se lamina a la membrana porosa, el laminado puede tener una permeabilidad de 2 Frazier o más. El tamaño y el peso de la segunda capa de membrana pueden variar dependiendo del material de sacrificio. En una forma de realización, la segunda capa de membrana tiene una proporción masa/área de 0,25 a 50 g/m².

En otras formas de realización, la capa de sacrificio puede estar formada por una variedad de fibras convencionales que incluyen, pero sin limitarse a, fibras celulósicas tales como algodón, cáñamo u otras fibras naturales, fibras inorgánicas que incluyen fibras de vidrio, fibras de carbono o fibras orgánicas tales como poliésteres, poliimidas, poliamidas, poliolefinas u otras fibras o materiales poliméricos convencionales y mezclas de los mismos.

Los materiales de sacrificio del laminado pueden estar tejidos o no tejidos. En las mangas tejidas, las fibras forman típicamente una malla de fibras entrelazadas en un formato típicamente tejido. Los materiales no tejidos se fabrican típicamente disponiendo las fibras de manera suelta, sin una orientación determinada, y uniéndolas después formando un material filtrante. Un modo de construir la segunda capa es usando un medio de fieltro como sustrato. El fieltro es un material comprimido, poroso, no tejido, que se fabrica colocando fibras naturales o sintéticas discretas y comprimiendo las fibras hasta formar una capa de fieltro mediante una tecnología de unión de fieltro comúnmente disponible conocida por un experto en la materia.

El conjunto filtrante 100 mostrado en la FIG. 5 comprende un laminado 130 de una membrana porosa 120 y una segunda capa 132 que comprende un material de sacrificio. Una manga filtrante 102 está ajustada alrededor de una subestructura de soporte 104, que se muestra como una jaula metálica. De manera similar a la FIG. 4, a efectos ilustrativos, las capas de la manga filtrante 102 y el laminado 130 se muestran estirados hacia abajo, pero debe entenderse que dichas capas cubren la subestructura de soporte 104. De manera similar a la FIG. 4, una porción de manguito 106 se muestra en un extremo y una abertura 108 en el extremo opuesto para permitir que el aire limpio pase a través de la manga filtrante 102 y salga de ella. El conjunto filtrante 100 tiene una porción de retención 110 para montar una cámara de mangas filtrantes en una chapa tubular. En otras formas de realización, el conjunto filtrante 100 puede tener un gancho u otro elemento de fijación para sujetar el conjunto filtrante 100 dentro de la cámara de mangas filtrantes. La manga filtrante 102 comprende un laminado 130 que está unido al medio filtrante 122 mediante una capa adhesiva 124. El laminado tiene una superficie aguas arriba que es la membrana porosa 120 y una superficie aguas abajo que es el segundo material 132, como se ha descrito anteriormente. En la FIG. 5, el segundo material 132 es una membrana. Cuando se forma como un laminado, la membrana porosa 120 tiene un punto de burbujeo de 0,06 o más. En una forma de realización, la membrana porosa 120 también puede tener una resistencia en dirección transversal (t) de 50 N/m o más, por ejemplo 100 N/m o más, o 175 N/m o más.

Cinta de sellado de costuras

La manga filtrante puede comprender al menos dos porciones de borde adyacentes unidas por una costura, y una cinta de costura que comprende una capa de un fluoropolímero expandido y un material para adherirse a la costura y sellarla. La cinta de costura se puede disponer sobre la costura en la superficie aguas arriba de la membrana porosa y/o en la superficie aguas abajo del medio filtrante.

En una forma de realización, la cinta de sellado de costuras puede comprender un fluoropolímero expandido que tenga un módulo de matriz en dirección transversal superior a 13,4 MPa (1.950 psi) aproximadamente a temperatura ambiente y una proporción de entalpía inferior a 0,6, como se describe en la patente estadounidense n.º 8.790.432.

La costura que une la lámina de medio filtrante se puede formar por métodos convencionales, tales como cosido o soldadura térmica. El material, el tamaño y la naturaleza del hilo utilizado para unir las porciones del medio filtrante para formar la costura del filtro dependen del medio filtrante, de los otros materiales que se puedan usar para formar el filtro y del uso final del filtro. La forma de coser la costura de la manga filtrante puede variar. Por ejemplo, la costura puede ser una costura talada, la costura puede ser de puntada recta con una tira aglutinante insertada entre los bordes del medio filtrante antes de coser la costura, o la costura puede estar sobrecosida.

La manga filtrante proporcionada por medio de la presente invención tiene una variedad de usos finales adecuados. En particular, la manga filtrante se puede usar para filtrar pinturas y revestimientos, especialmente pinturas e imprimaciones de base acuosa, productos químicos, productos petroquímicos, agua, soluciones y suspensiones acuosas y similares. La manga filtrante de la invención se puede usar en la producción de minerales, productos químicos, metales y energía. Más en particular, la manga filtrante con una membrana de alta resistencia transversal se puede usar para filtrar y recoger las emisiones de partículas de polvo en las cámaras de mangas filtrantes usadas en las fábricas de cemento. La utilidad de la manga filtrante no se limita en modo alguno a estos usos e incluye la mayoría de los usos de las mangas filtrantes convencionales.

La presente invención se entenderá mejor a la luz de los siguientes ejemplos no limitativos y resultados de pruebas.

Métodos de prueba

Debe entenderse que, aunque a continuación se describen métodos y equipos determinados, se puede utilizar cualquier método o equipo que un experto en la materia considere adecuado.

Resistencia transversal

La resistencia en la dirección transversal se determina de acuerdo con el método de prueba ASTM D412-06a (2006), usando un troquel F. Una máquina de pruebas universal capaz de controlar una velocidad de extensión constante (CRE) se usa para probar la membrana, que tiene forma de hueso para perros o de mancuerna. Para determinar la resistencia transversal, la muestra en forma de mancuerna se coloca en las mordazas. La velocidad de separación de las mordazas debe ser de 500 a 50 mm/min. La máquina comienza a aplicar una fuerza de separación y se registra la fuerza en la rotura.

Permeabilidad al aire - Determinación del número Frazier

La permeabilidad al aire de los materiales se determina de acuerdo con los métodos de prueba ASTM D 737-75 titulados "Standard Test Method for AIR PERMEABILITY OF TEXTILE FABRICS". Específicamente, la permeabilidad al aire se midió sujetando una muestra de prueba en un accesorio de brida con junta de estanqueidad que proporcionaba un área circular de aproximadamente 3.871 mm² (6 pulgadas cuadradas) (70 mm (2,75 pulgadas) de diámetro) para la medición del flujo de aire. El lado aguas arriba del accesorio de muestra se conectó a un caudalímetro conectado en línea a una fuente de aire comprimido seco. El lado aguas abajo del accesorio de muestra se abrió a la atmósfera.

Las pruebas se realizaron aplicando una presión de 1,27 cm (0,5 pulgadas) de columna de agua al lado aguas arriba de la muestra y registrando el caudal de aire que pasaba por el caudalímetro en línea (un rotámetro de bola flotante).

Los resultados se presentan como un número de Frazier, que es el flujo de aire en pies cúbicos/minuto/pie cuadrado de una muestra a 1,27 cm (0,5 pulgadas) de columna de agua.

Prueba del punto de burbujeo

Líquidos con energías libres superficiales inferiores a la del PTFE poroso estirado pueden ser forzados a salir de la estructura con la aplicación de una presión diferencial. Esta expulsión se producirá primero por los pasajes más grandes. A continuación, se crea un pasaje a través del cual puede tener lugar el flujo de aire en grandes cantidades. El flujo de aire aparece como una corriente constante de pequeñas burbujas a través de la capa líquida situada encima de la muestra. La presión a la que tiene lugar el primer flujo de aire en grandes cantidades se denomina punto de burbujeo y depende de la tensión de superficie del líquido de prueba y del tamaño de la abertura más grande. El punto de burbujeo se puede usar como medida relativa de la estructura de una membrana y a menudo se correlaciona con algún otro tipo de criterio de rendimiento, tal como la eficacia de la filtración.

El punto de burbujeo se determinó por medio de un porómetro de flujo capilar, CFP-1500, fabricado por Porous Materials Inc. Se usó aceite Silwick como fluido humectante para rellenar los poros de la membrana probada. La tensión de superficie del aceite Silwick es de 20,1 dinas/cm. El área de prueba de la membrana es de 2,84 cm². Un soporte metálico está colocado debajo de la membrana de prueba de muestra para evitar que la membrana se deforme.

El punto de burbujeo es la presión de aire necesaria para desplazar el fluido humectante de los poros más grandes de la muestra de prueba y crear la primera corriente continua de burbujas detectable por su ascenso a través de una capa de fluido humectante que cubre el medio poroso. Esta medición proporciona una estimación del tamaño máximo de los poros.

Masa por área

La masa por área de las muestras se midió con el método siguiente. Se perforan cuatro muestras de la membrana usando un troquel D412F (con forma de hueso para perros) con un área de 13,1 cm² (2,03 in²) usando una prensa troqueladora. La masa de cada una de estas cuatro muestras perforadas se mide y se registra en unidades de gramos.

La masa de cada muestra se convierte a masa/área en unidades de g/m² de la siguiente manera. Masa/área (g/m²) = [masa de la muestra de membrana perforada con el troquel D412F (g) x 39,372] ÷ 2,03, lo que se simplifica a: masa/área (g/m²) = masa de la muestra de membrana perforada con el troquel D412F (g) x 763,5. El valor promedio se presenta como la proporción masa/área de la membrana en unidades de g/m².

Caída de presión

El cambio en la caída de presión se mide usando el método ISO 11057 (Primera edición; 15 de mayo de 2011). En dicho método, la caída de presión residual se mide 4 segundos después de un pulso. En el método de prueba de envejecimiento, la caída de presión residual se mide después del ciclo 1 y del ciclo 2.500. El aumento dP se define como la diferencia entre las caídas de presión residual en el ciclo 2500 y en el ciclo 1: $\text{Aumento } dP = \text{Res } dP_{\text{Ciclo } 2500} - \text{Res } dP_{\text{Ciclo } 1}$. Un menor aumento de la caída de presión indica que el conjunto filtrante es más fácil de limpiar.

Captura de partículas

La eficacia de la filtración en la captura de partículas se determina usando un comprobador de filtros automatizado modelo 3160 (TSI). El caudal de medición es de 32 L/min. El modelo 3160 pone a prueba el filtro con hasta 20 tamaños diferentes de partículas monodispersas en el intervalo de 15 a 800 nm. Se calcula el valor de penetración para cada tamaño de partícula. Al final de una prueba, el modelo 3160 genera una curva de penetración frente al tamaño de partícula y presenta un resumen de los resultados de la prueba, incluido el tamaño de partícula más penetrante (MPPS).

Resistencia al estallido por bola

Esta prueba mide la resistencia relativa de una muestra de un medio determinando la carga máxima en la rotura. El medio se pone a prueba con una bola de 2,54 cm (1 pulgada) de diámetro mientras se sujeta entre dos placas. Se usó un medidor de fuerza/prueba de estallido por bola de tipo Chantillon.

El medio se coloca tenso en el dispositivo de medición y se aplica presión levantando la banda hasta que entre en contacto con la bola de la sonda de estallido. Se registra la presión en el momento de la rotura.

Ejemplos

Ejemplo 1

Una membrana de politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) con una proporción masa/área de 2,2 g/m², una permeabilidad de 2,6 cfm/ft²/min y un punto de burbujeo de 0,09 MPa se adhirió a un fieltro de PTFE sin usar adhesivo. La tabla 1 muestra la durabilidad y la facilidad de limpieza usando una técnica de limpieza por chorro pulsado. Como se indica en la tabla 1, el ejemplo 1 presenta una durabilidad aceptable con algunos daños y una facilidad de limpieza excelente.

Ejemplo 2

Se preparó un filtro de manera similar al del ejemplo 1. La tabla 1 indica las características de la membrana de ePTFE. Como se indica en la tabla 1, el ejemplo 1 presenta una durabilidad aceptable con algunos daños y una facilidad de limpieza excelente.

Ejemplo comparativo A

Se preparó un filtro de manera similar al del ejemplo 1, pero con una membrana de ePTFE con una resistencia transversal inferior, como se muestra en la tabla 1. Debido a la menor resistencia transversal, el ejemplo comparativo A sufre daños y tiene una durabilidad limitada, como se indica en la tabla 1.

Ejemplo comparativo B

Se preparó un filtro de manera similar al del ejemplo 1, pero con una membrana de ePTFE con una microestructura más abierta indicada por un punto de burbujeo más bajo de 0,013 MPa, como se muestra en la tabla 1. Debido a la estructura abierta, el ejemplo comparativo B tiene una capacidad de limpieza deficiente, como se indica en la tabla 1, y, por tanto, una mayor caída de presión.

Tabla 1

N.º	Resistencia transversal (N/M)	Proporción masa/área (g/m ²)	Permeabilidad (cfm/ft ² /min)*	Punto de burbujeo (MPa)	Durabilidad	Facilidad de limpieza
1	124	2,2	2,6	0,09	Aceptable	Excelente
2	200	4,1	1,9	0,09	Aceptable	Excelente
Comp. A	94	1,62	2,5	0,15	Daños	Excelente
Comp. B	168	3,5	17,5	0,013	Excelente	No aceptable

*1 cfm/ft² = 0,508 cm³/cm²/s.

El aumento de la presión diferencial se compara entre el ejemplo 1 o 2 y el ejemplo comparativo A o B y se muestra en la FIG. 6. La membrana monocapa que tiene una microestructura apretada y una mayor resistencia transversal supone una mejora significativa al tener un aumento de presión diferencial de 100 Pa (ejemplo 1) y 92 Pa (ejemplo 2). Por el contrario, el ejemplo comparativo A que presenta daños tuvo un aumento de la presión diferencial de 93 Pa,

mientras que el ejemplo comparativo B tuvo una buena durabilidad pero un aumento de la presión diferencial de 148 Pa.

Ejemplos 3 y 4

Laminados que comprenden una membrana porosa como capa superior (orientada hacia arriba) y una capa de sacrificio (capa inferior) adyacente al medio filtrante. La proporción masa-área y la permeabilidad de cada capa se indican en la tabla 2. El medio filtrante para estos ejemplos fue una fibra de vidrio tejida de 22 onzas y el laminado se adhirió usando un revestimiento de dispersión de PTFE. La resistencia transversal de la membrana porosa fue superior a 50 N/m. La tabla 2 muestra la durabilidad y la facilidad de limpieza usando una técnica de limpieza por chorro pulsado. Tanto el ejemplo 3 como el 4 presentan una durabilidad y una facilidad de limpieza excelentes.

Tabla 2							
N.º	Capa superior			Capa inferior		Durabilidad	Facilidad de limpieza
	Punto de burbujeo (MPa)	Proporción masa/área (g/m ²)	Permeabilidad (cfm/ft ² /min)	Proporción masa/área (g/m ²)	Permeabilidad (cfm/ft ² /min)		
3	0,09	3,27	2,3	4,8	40	Excelente	Excelente
4	0,21	1	3,5	4,8	40	Excelente	Excelente

La FIG. 7 es un gráfico que muestra el aumento de la presión diferencial para un laminado en el ejemplo 3 de 120 Pa y para el ejemplo 4 es de 42 Pa. Se trata de una mejora significativa con respecto a un filtro convencional.

La invención se ha descrito ahora en detalle a efectos de claridad y mayor comprensión. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que ciertos cambios y modificaciones se pueden llevar a la práctica dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Cuando se proporciona un intervalo de valores, se entiende que también se divulga específicamente cada valor intermedio, hasta la fracción más pequeña de la unidad del límite inferior, a menos que el contexto indique claramente lo contrario, entre los límites superior e inferior de dicho intervalo. Esto engloba cualquier intervalo más estrecho entre cualquier valor establecido o valor intermedio no establecido en un intervalo establecido y cualquier otro valor establecido o intermedio en ese intervalo establecido. Los límites superior e inferior de esos intervalos más pequeños se pueden incluir o excluir de manera independiente en el intervalo, y cada intervalo en el que se incluya uno, ninguno o ambos límites en los intervalos más pequeños también queda englobado dentro de la presente invención, sujeto a cualquier límite específicamente excluido en el intervalo establecido. Cuando el intervalo establecido incluye uno o ambos límites, también se incluyen los intervalos que excluyen uno o ambos límites incluidos.

Como se usan en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular "un", "una" y "el/la" incluyen referencias en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Asimismo, las palabras "comprender", "que comprende", "contiene", "que contiene", "incluir", "que incluye" e "incluye", cuando se usan en esta memoria descriptiva y en las siguientes reivindicaciones, tienen como objetivo especificar la presencia de características, números enteros, componentes o etapas establecidos, pero no excluyen la presencia o adición de otra u otras características, números enteros, componentes, etapas, acciones o grupos.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto filtrante (100) para filtrar partículas de una corriente de gas (21), que comprende:
una manga filtrante (23, 102) que comprende un medio filtrante (122) y una membrana porosa (120) que tiene una
5 superficie aguas arriba expuesta a la corriente de gas (21) y una superficie aguas abajo adyacente al medio filtrante
(122), **caracterizado por que** la membrana porosa (120) tiene un punto de burbujeo de 0,09 MPa o más, y en donde,
cuando la membrana porosa (120) se expone a partículas y se somete a pruebas de acuerdo con la norma ISO
11057:2011, la membrana porosa (120) presenta un aumento de presión diferencial inferior a 0,1 MPa entre un ciclo
10 de prueba inicial y un ciclo de prueba final, y en donde la membrana porosa (120) tiene una resistencia en una dirección
transversal que es de 100 N/m o más, en donde el conjunto filtrante (100) se puede limpiar.
2. El conjunto filtrante (100) de la reivindicación 1, en donde el medio filtrante (122) comprende un fieltro tejido, un
fieltro no tejido o un material de fibra de vidrio.
- 15 3. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la membrana porosa (120) tiene
una estructura para recoger las partículas en la superficie aguas arriba.
4. El conjunto filtrante (100) de la reivindicación 3, en donde la membrana porosa (120) es capaz de resistir fallos
estructurales causados por las tensiones de un proceso de limpieza para liberar las partículas recogidas de la
20 superficie aguas arriba de la membrana porosa (120).
5. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde la membrana porosa (120)
comprende una membrana de fluoropolímero o una membrana de poliéster.
- 25 6. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde la membrana porosa (120) tiene
una proporción masa/área de 4,5 g/m² o menos.
7. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la membrana porosa (120) tiene
una resistencia al estallido por bola de 1,36 kg o menos.
- 30 8. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la membrana porosa (120) tiene
una permeabilidad al aire de al menos 0,508 cm³/s/cm² a 1,27 cm de columna de agua (1 cfm/ft² a 0,5 pulgadas de
columna de agua).
- 35 9. El conjunto filtrante (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la membrana porosa (120) tiene
un grosor de 5 a 50 micras.
10. Un sistema de filtros de tipo cámara de mangas filtrantes, que comprende:
una carcasa que tiene una entrada (22) y una salida (27);
40 una chapa tubular (25) situada dentro de la carcasa entre la entrada (22) y
la salida (27); y
uno o más de los conjuntos de mangas filtrantes (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-9 montados en la
chapa tubular (25).

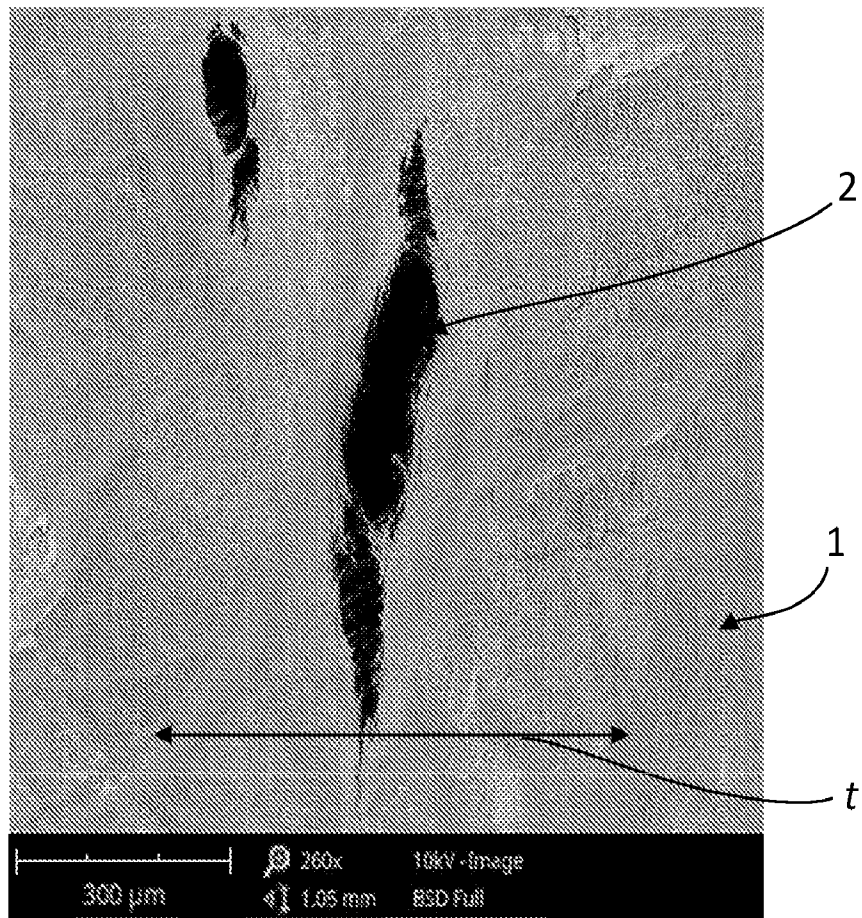
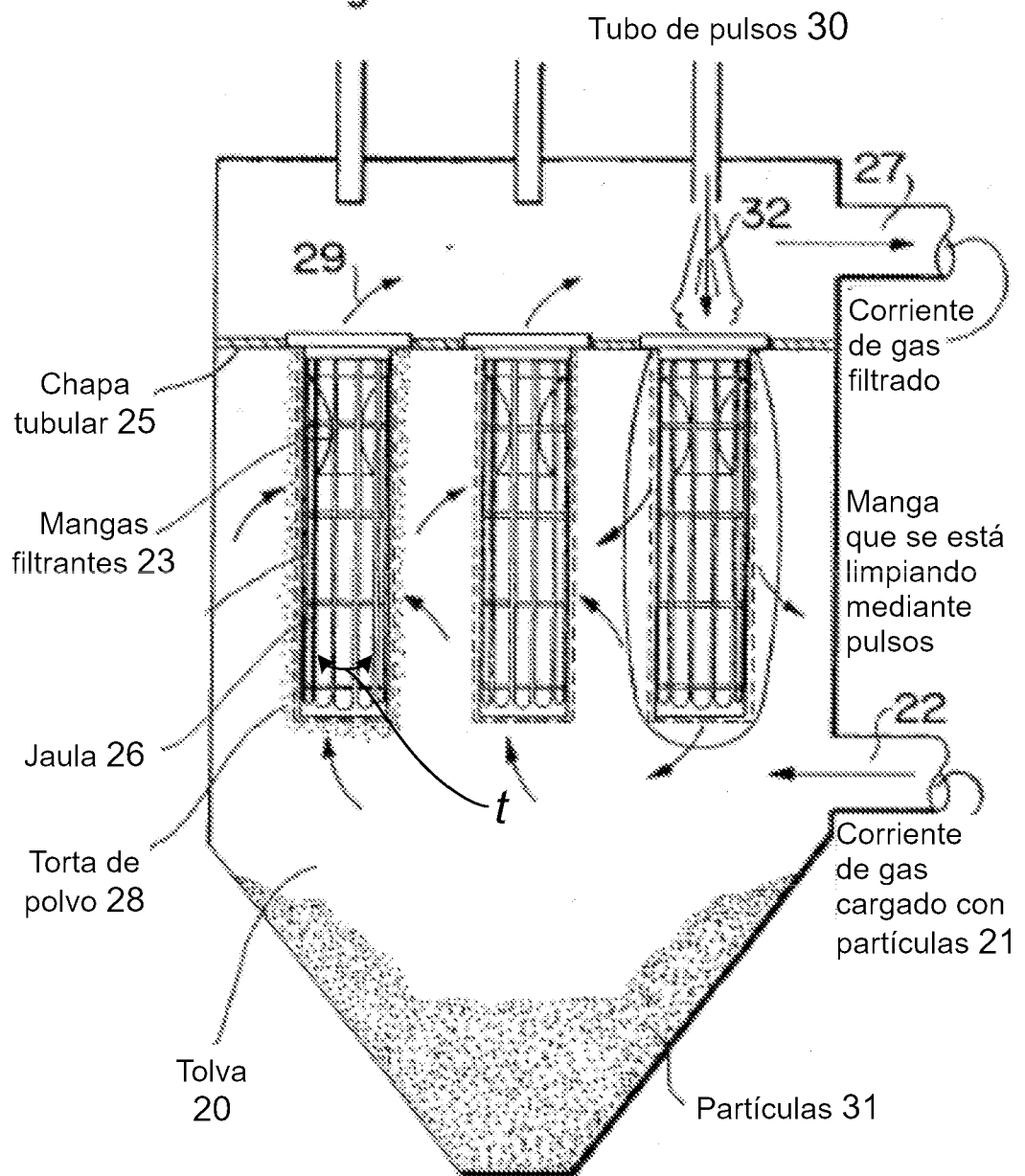


FIG. 1

Fig. 2



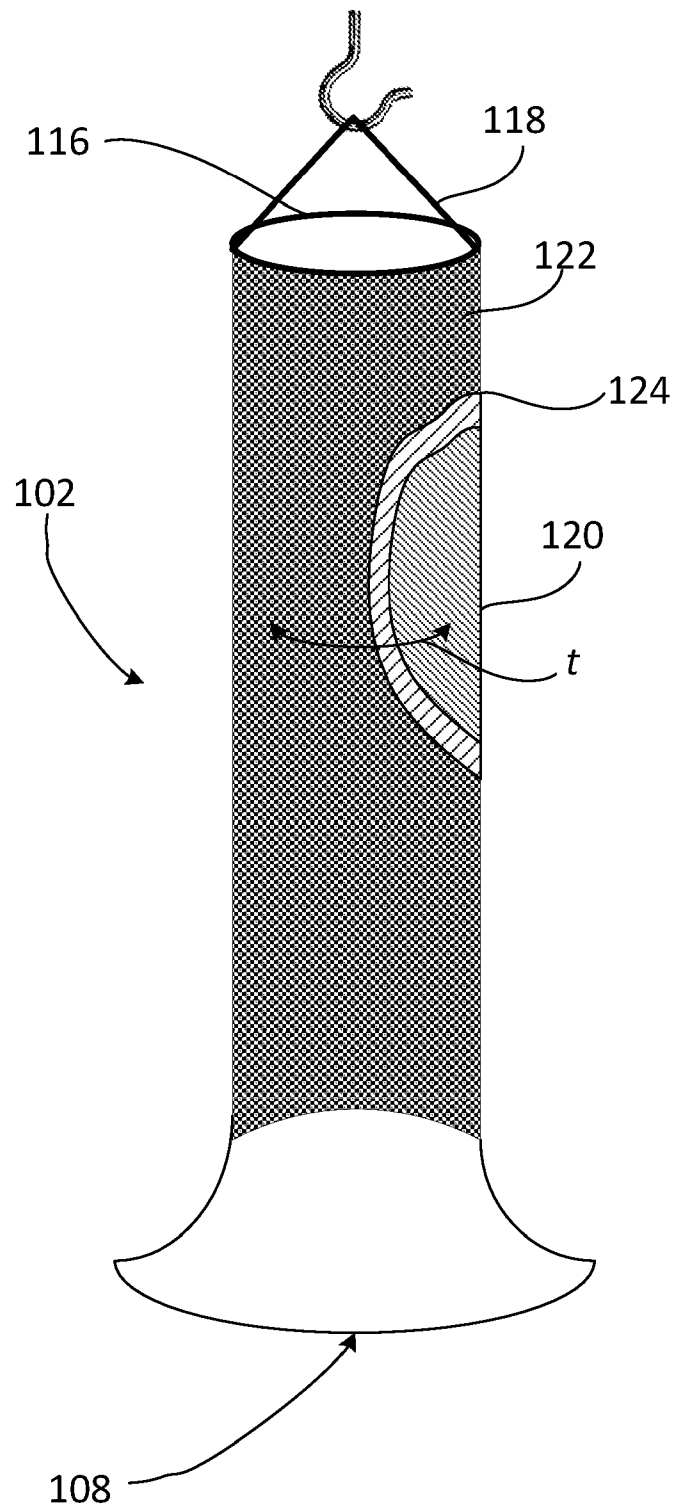


FIG. 3

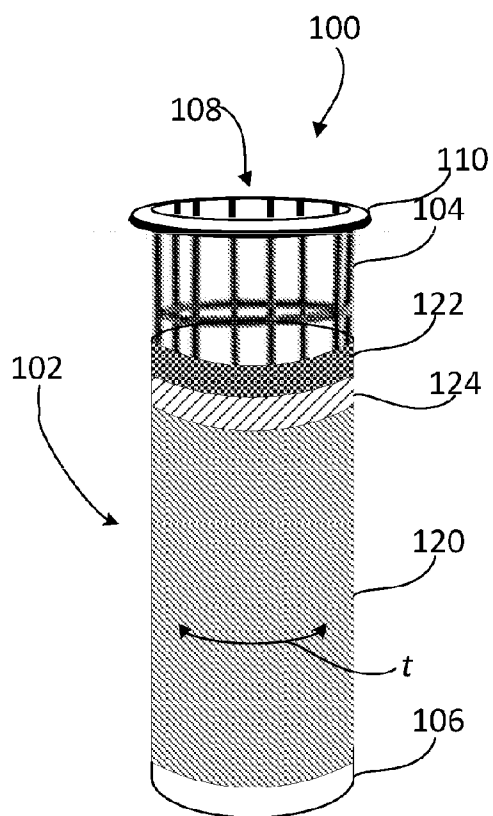


FIG. 4

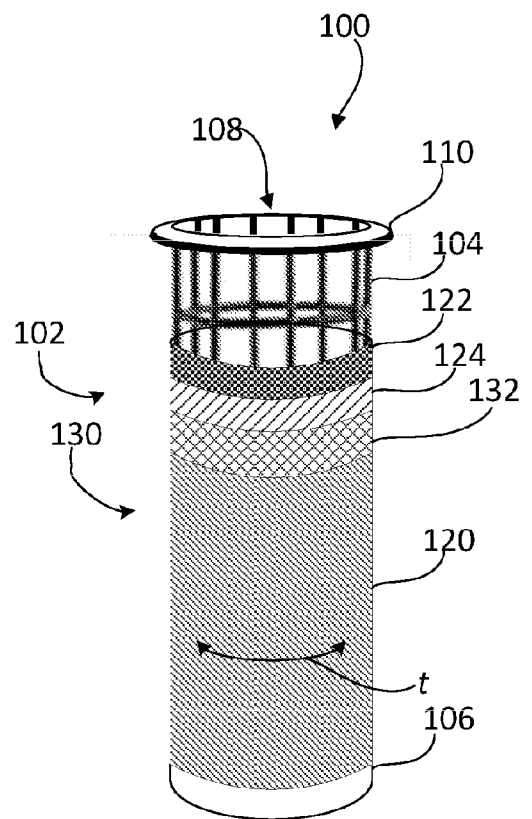


FIG. 5

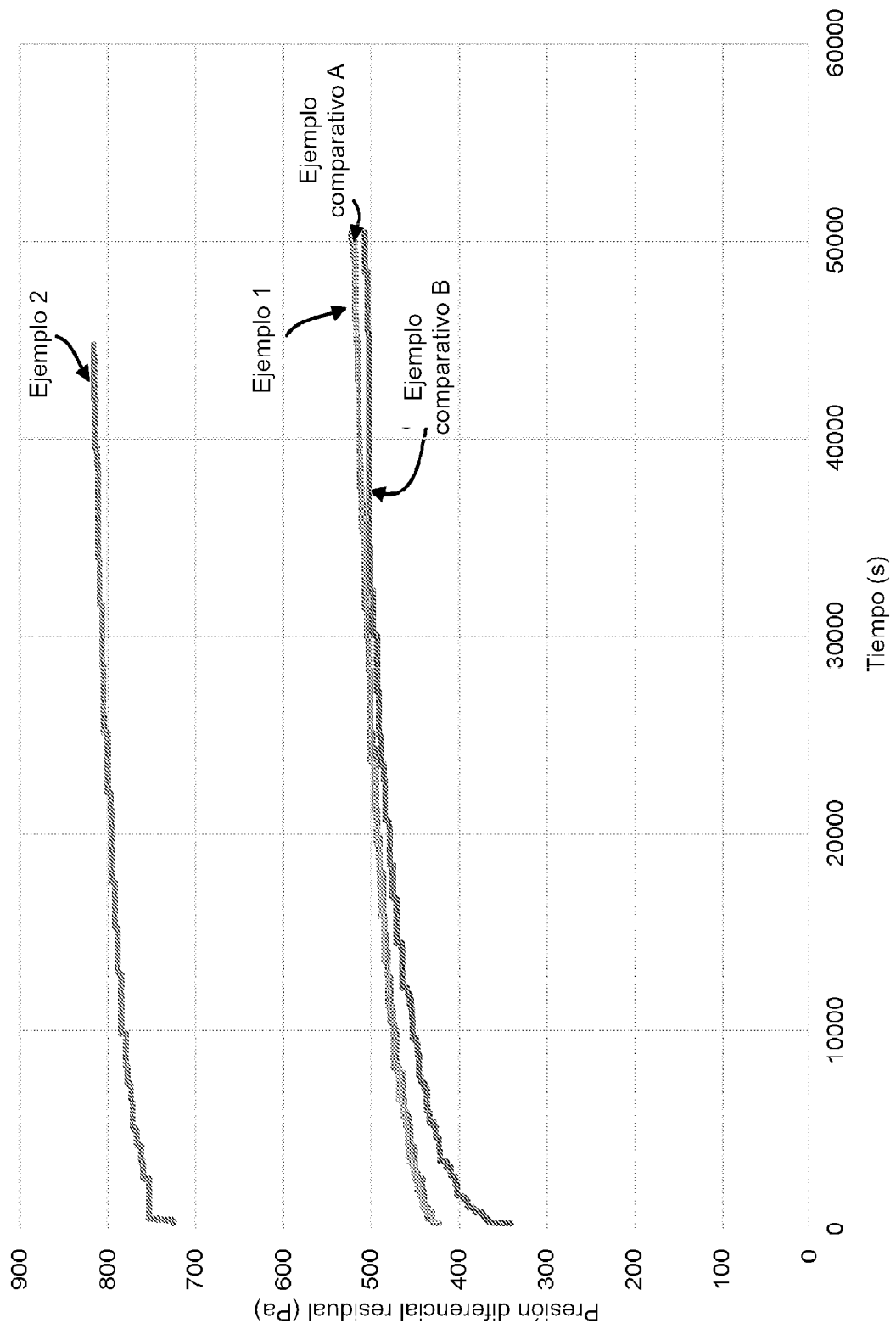


FIG. 6

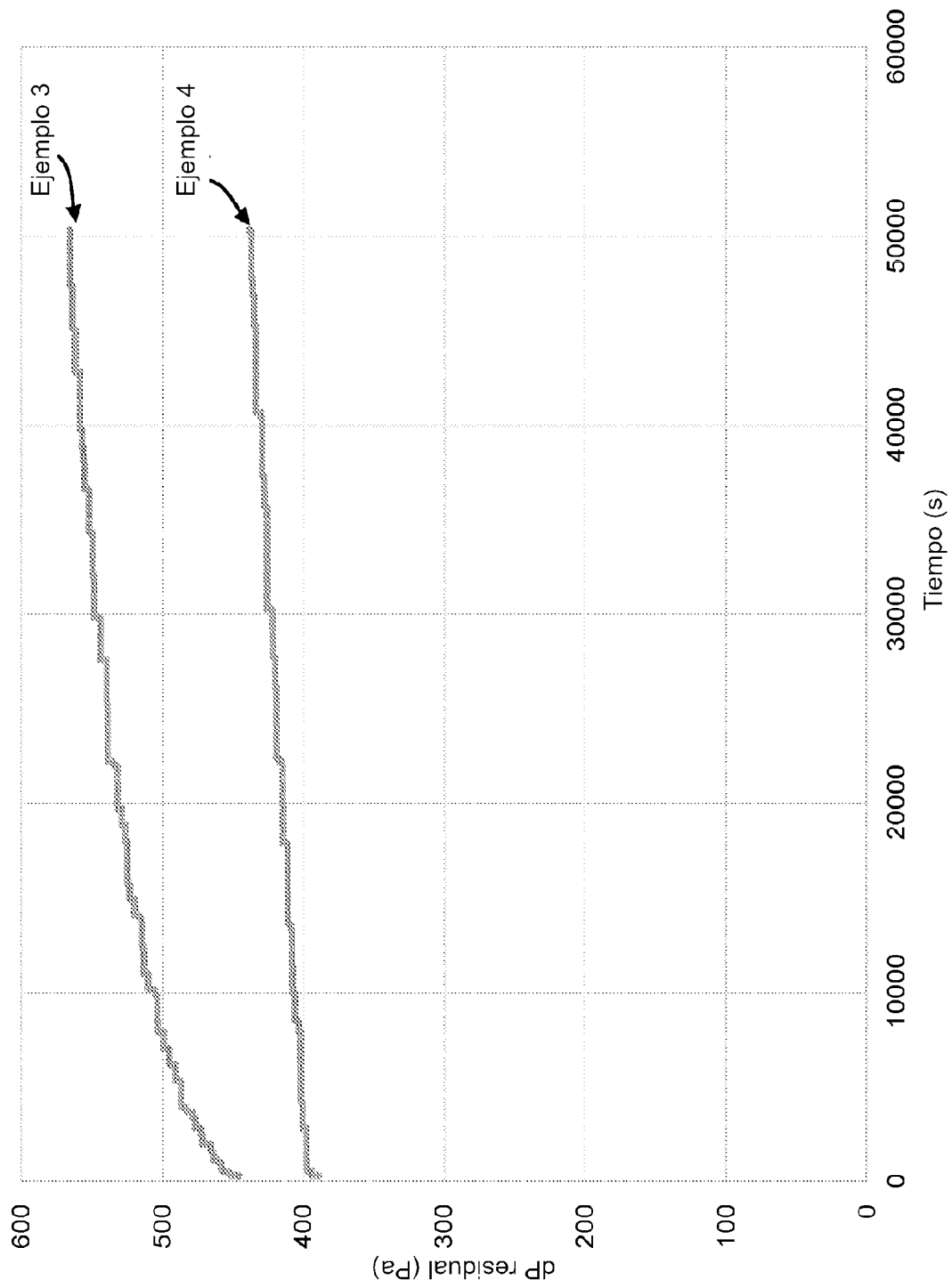


FIG. 7