

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 941**

51 Int. Cl.:

B01D 39/14 (2006.01)
B01D 25/00 (2006.01)
B01D 46/00 (2006.01)
B01D 27/06 (2006.01)
B01D 46/52 (2006.01)
B01D 29/11 (2006.01)
B01D 39/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2007 E 07862354 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2086714**

54 Título: **Elemento de filtro y métodos de fabricación y uso del mismo**

30 Prioridad:

01.12.2006 US 607364

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

30.10.2014

73 Titular/es:

**PECOFACET (US), INC. (100.0%)
2118 Washington Avenue
Mineral Well, TX 76067-9502, US**

72 Inventor/es:

**CLOUD, DAN y
KROGUE, JOHN A.**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 515 941 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

Elemento de filtro y métodos de fabricación y uso del mismo

5 Campo de la Invención

La presente invención se refiere a elementos de filtro y a métodos usados en su fabricación.

10 Antecedentes de la Invención

Existen máquinas usadas para fabricar elementos tubulares de filtro en un proceso continuo. La Patente de los Estados Unidos No. 4,101,423 describe un elemento tubular de filtro elaborado en una máquina de enrollamiento múltiple de etapa única de capas helicoidalmente enrolladas y que se traslapan tal como una capa interior de papel altamente poroso de alta resistencia en estado húmedo, una segunda capa de material delgado microporoso de filtración de grado esterilizador y una capa exterior de una hoja porosa de polietileno expandido y una capa porosa exterior para soportar el material de filtración. Las capas se enrollan en un mandril fijo para traslaparse ellas mismas en un traslape de capa individual y se hacen avanzar al unísono a lo largo del mandril conforme se enrollan de modo que no haya movimiento relativo entre las capas adyacentes del producto laminado. Un material adhesivo que bloquea el paso de la materia en partículas y las bacterias que se filtran sella la segunda capa de filtración en la región que se traslapa. Los extremos de la construcción laminada tubular se impregnan sobre una longitud predeterminada adyacente a cada borde de la construcción con un material adhesivo sellador adecuado tal como un compuesto de poliuretano para encapsulación. Cuando el material adhesivo se endurece, las porciones terminales proporcionan soporte mecánico para el tubo a la vez que bloquean el paso del fluido o los contaminantes bacterianos y en partículas. (Ver columna 5, renglones 4-26).

25 En la patente de los Estados Unidos No. 4,986,909, se muestra una columna cromatográfica, circularmente enrollada en espiral. Aquí, una intercalación o laminado de capas alternas de matriz fibrosa hinchable en forma de hoja y capas de medios separadores, con la periferia de la intercalación, se comprime en una configuración hermética a fluidos. Típicamente, se unen los bordes periféricos de los discos alternos de la matriz fibrosa hinchable y el medio separador. Preferentemente, la matriz fibrosa contiene o tiene unida a ella un material polimérico termoplástico, igual que el medio separador. Los bordes se pueden unir por calentamiento apropiado, por ejemplo, soldadura sónica. (Ver columna 10, renglones 40-61).

30 En la patente de los Estados Unidos No. 5,114,582 se describe otro elemento de filtro, enrollado en espiral circularmente y comprende uno o más elementos de filtro enrollados en espiral en un tubo cilíndrico de transporte de permeado. Cada elemento de filtro comprende un elemento de membrana sellado con calor y un separador de alimentación. (Ver resumen).

35 En la patente de los Estados Unidos No. 5,264,162 se describe un proceso para la fabricación de tubos porosos de alta permeabilidad fabricados a partir de un material compuesto de carbono-carbono en una tira trenzada enrollada en espiral en un mandril. Los tubos porosos se hacen de este material al enrollar sobre un mandril una hoja no tejida, hecha de un precursor de fibra de carbono, seguido por la compresión y estabilización térmica del montaje. La hoja se impregna con una resina, seguido por un tratamiento de carbonización térmica de la resina. Se obtienen tubos que tienen un pequeño diámetro de poro de alta permeabilidad y una superficie interior de baja rugosidad. (Ver resumen). También se describe el uso de capas sucesivas trenzadas, que hace posible obtener, en el tubo final, diámetros de poro que aumentan en la dirección del flujo que se va a filtrar, en general desde el interior hacia el exterior del tubo. Es ventajoso que estos diámetros de poro estén sustancialmente en una relación de 10 entre una capa y la siguiente, que se puede obtener al ajustar la densidad de la trenza y/o el diámetro de las fibras. (Ver columna 4, renglones 10-20).

45 En la patente de los Estados Unidos No. 5,409,515 se describe un elemento de filtro, de envoltura individual, helicoidalmente enrollado, que incluye una membrana porosa de un politetrafluoroetileno y una o más hojas compuestas de fibras elaboradas de una resina sintética térmicamente fundible. (Ver resumen). Las hojas se funden térmicamente sobre una longitud seleccionada. (Ver columna. Renglones 40-46).

50 El documento US 2004/004110 describe un aparato para filtrar fluidos de pozo y el método de fabricación. El aparato comprende un soporte interior, un filtro enrollado en espiral alrededor del soporte interior, y un soporte exterior enrollado alrededor del filtro que encierra al filtro entre los soportes interior y exterior. El filtro tiene bordes longitudinales que se traslapan y el filtro se mantiene en su lugar por la fricción con los soportes interior y exterior. El método de fabricación del aparato comprende enrollar continua y simultáneamente un filtro y un soporte exterior alrededor de un soporte interior y disponer el filtro entre los soportes interior y exterior.

55 El documento WO 2006/074383 describe un eliminador de niebla de lecho de fibras que tiene un lecho del filtro que se forma de una tira de medios de recolección del lecho de fibras compuestas que incluye una capa de recolección que no se somete a la perforación de agujas. El lecho de fibras puede hacerse muy delgado a la vez que retiene alta eficiencia en la

eliminación de partículas pequeñas de aerosol de una corriente de gas que atraviesa el lecho de fibras. La tira de medios de recolección del lecho de fibras se presta para aplicarse al eliminador de niebla al enrollar en espiral el elemento sobre el eliminador de niebla. La tira de medios de recolección del lecho de fibras puede traslaparse sobre ella misma para sellarse en los lugares donde los elementos de fibras se traslapan sobre ellos mismos. La tira de medios de recolección del lecho de fibras puede proporcionarse para el campo en diferentes formatos para su uso en la fabricación de un lecho de fibras eliminador de niebla.

Breve Descripción de la Invención

El objeto general de la invención es proporcionar un elemento mejorado de filtro producido con métodos y máquinas mejoradas para su fabricación.

Este objeto se logra con un elemento de filtro producido de al menos una tela no tejida de una mezcla homogénea de un material base y un material aglutinante que se comprime para formar una trenza u hoja de porosidad seleccionada. La fibra aglutinante viene al menos una superficie con una temperatura de fusión menor que aquella de la fibra base. La hoja se forma en una forma geométrica seleccionada y se calienta para fusionarse térmicamente para unir la fibra base en un elemento poroso de filtro. La forma preferida es un tubo helicoidalmente enrollado de múltiples hojas, cada hoja que se traslapa sobre ella misma y se comprime para traslapar otra hoja. Cada hoja se calienta y se comprime preferentemente de manera individual y las hojas pueden seleccionarse para que tengan diferentes porosidades y diferentes densidades. El material aglutinante se selecciona del grupo que consiste de material termoplástico y resina, y el material base se selecciona del grupo que consiste de material termoplástico y material natural.

Específicamente, la invención proporciona un elemento de filtro que comprende:

- una tira no tejida que tiene una porosidad seleccionada y que se enrolla en espiral sobre sí misma en múltiples capas que se traslapan para formar múltiples bandas de un grosor radial seleccionado;
- una tira de inserción que es menos permeable que la tira no tejida y que se dispone dentro de una banda formada por la tira no tejida en donde la banda dentro de la que se dispone la tira de inserción se puede formar al colocar la tira de inserción sustancialmente paralela y contra una superficie de una tira no tejida y enrollar simultáneamente la tira no tejida y la tira de inserción, caracterizado porque la tira de inserción se dispone en múltiples capas que se traslapan dentro de la banda formada por la tira no tejida y cada capa de la tira de inserción se intercala entre dos capas adyacentes que se traslapan de la tira no tejida; y
- se define un trayecto de flujo de fluidos por la tira de inserción, a fin de controlar y aplicar un patrón de flujo a través del elemento de filtro dirigido desde una dirección sustancialmente radial a través del elemento de filtro hacia una dirección sustancialmente axial a lo largo de la longitud del elemento de filtro.

Además, la invención proporciona un método para fabricar un elemento de filtro, el método que comprende: proporcionar una tira no tejida que tiene una porosidad seleccionada, una superficie interior, y una superficie exterior; colocar una capa de inserción que tiene una porosidad menos permeable que esa de la tira no tejida en paralelo y contra una de las superficies de la tira no tejida; enrollar en espiral simultáneamente la tira no tejida y la tira de inserción en múltiples capas que se traslapan, de manera que se forma una banda que tiene un grosor radial seleccionado con las capas de la tira de inserción que se traslapan adyacentemente intercaladas en ella.

Así como también un método de filtración que comprende: proporcionar un elemento de filtro que tiene una tira no tejida porosa que se enrolla en espiral sobre ella misma en múltiples capas que se traslapan para formar una banda de un grosor radial seleccionado, una tira de inserción que tiene una porosidad menos permeable que esa de la tira no tejida y que se dispone como capas que se traslapan adyacentemente intercaladas dentro de la banda, y un trayecto de flujo de fluidos sustancialmente definido por la tira de inserción; permitir que el flujo de fluido migre de manera sustancialmente radial dentro del elemento de filtro hacia la tira de inserción; impartir al flujo de fluido un patrón de flujo desde sustancialmente radial a sustancialmente axial a lo largo y a través del elemento de filtro, a fin de remover ciertos contaminantes del flujo del fluido; y permitir que el fluido tratado salga del elemento de filtro; en donde el método incluye opcionalmente, además, al menos uno de los siguientes: en donde el paso de permitir incluye atrapar, dentro de la tira no tejida, las partículas relativamente más grandes que las atrapadas dentro de la capa de inserción; reducir, con el paso del tiempo, la permeabilidad de la tira de inserción a medida que partículas adicionales quedan atrapadas en la misma, de manera que sustancialmente todo el flujo del fluido se fuerza eventualmente a fluir axialmente a lo largo de las capas que se traslapan de la tira de inserción; en donde la etapa de impartir incluye dirigir una cantidad del flujo de fluido en una dirección sustancialmente axial a lo largo de las capas que se traslapan de la tira de inserción; o en donde el paso de dirigir incluye impartir, a través de impacto inercial o movimiento Browniano de las partículas en el flujo de fluido, una capacidad de remover las partículas de tamaño relativamente más pequeño que el tamaño de poro en el elemento de filtro.

Un ejemplo de referencia de la maquinaria usada para producir el elemento de filtro emplea un método de fabricación que incluye el paso de formar una tela no tejida de una trama homogénea de una fibra base y una fibra aglutinante, como se explicó anteriormente, comprimidas para formar una hoja de porosidad seleccionada. Las múltiples hojas de tela no tejida se enrollan helicoidalmente en una máquina de enrollado de múltiples estaciones con cintas individuales, cada una accionada por un cabrestante para formar capas individuales que se traslapan para formar un producto laminado. La tensión de cada cinta se selecciona para comprimir cada capa a un grado seleccionado. Cada capa se calienta para lograr el paso de fusión térmica. A través del mandril hueco se bombea fluido de enfriamiento para impedir la acumulación excesiva de calor en el mandril. La máquina se controla por una computadora, que recibe señales de entrada que ajustan las funciones de la máquina tal como la velocidad del motor de impulsión del cabrestante, las tensiones de las cintas de enrollado de hoja, la temperatura del arreglo de calentadores usados para realizar la fusión de cada capa, y el flujo de fluido de enfriamiento que fluye a través del mandril hueco.

Lo anterior así como los objetos, características y ventajas adicionales de la invención serán evidentes en la siguiente descripción detallada.

Breve Descripción de las Figuras

La Figura 1 es una vista en perspectiva en sección parcial de un ejemplo de referencia que no forma parte de la invención e ilustra un elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado fabricado en una máquina de enrollado de cuatro estaciones que usa cuatro rollos de la tela no tejida seleccionada.

La Figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra el elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado de la Figura 1 que se forma en un mandril hueco.

La Figura 3 es una vista superior esquemática de tres estaciones de la máquina usada para fabricar el elemento de filtro de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra una máquina de enrollamiento de múltiples etapas que no forma parte de la invención usada para producir el elemento de filtro de la Figura 1.

La Figura 5 es un diagrama de bloques de un proceso de fabricación de la tela no tejida que no forma parte de la invención, usado para producir el elemento de filtro de la Figura 1.

La Figura 6A ilustra una vista en sección transversal de un elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado que tiene una banda de inserción de acuerdo con la presente invención.

La Figura 6B ilustra una tira para formar una banda de inserción colocada contra una superficie de una tira para formar una banda del elemento de filtro para su enrollamiento simultáneo para proporcionar la configuración mostrada en la Figura 6A.

La Figura 7 ilustra una vista en sección transversal de otro elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado que tiene una banda de intercalación que no forma parte de la invención.

La Figura 8 ilustra una vista en sección transversal de un elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado que tiene otra banda de intercalación que no forma parte de la invención.

Descripción Detallada de la Invención

Con referencia a la Figura 1 de los dibujos, el número 11 designa un elemento de filtro, sin núcleo, multitraslado que no forma parte de la invención. Este incluye una primera tira 13 de tela no tejida, multitraslada, una segunda tira 15 de tela no tejida, multitraslada, una tercera tira 17 de tela no tejida, multitraslada, y una cuarta tira 19 de tela no tejida, multitraslada. Cada tira de tela 13, 15, 17, 19 se enrolla en espiral o helicoidalmente en capas que se traslapan para formar las bandas 14, 16, 18, 20 que se traslapan, respectivamente. La superficie 21 radialmente interior de la banda 14 forma la periferia de un espacio anular que se extiende de manera axial (es decir, la ruta) que se extiende desde un extremo 25 del elemento de filtro al extremo 27 que se orienta de manera opuesta del elemento de filtro 11. En los dibujos, se exagera el grosor de la tela.

En la Figura 2 de los dibujos, que no forma parte de la invención, el número 47 designa un mandril cilíndrico hueco con una superficie exterior anular 49 y una superficie interior anular 51, dicha superficie interior anular 51 que forma la periferia de un canal cilíndrico 53, a través del cual fluye un medio líquido o gaseoso (no mostrado) de intercambio térmico. La banda 14 de la tira 13 de tela no tejida multitraslada, se muestra traslapada por la banda 16 de la tira 15 de tela no tejida

multitraslapada, que a su vez se traslapa por la banda 18 de la tira 17 de tela no tejida multitraslapada, que entonces se traslapa por la banda 20 de la tira 19 de tela no tejida multitraslapada.

5 Como se muestra en la Figura 3 de los dibujos, que no forma parte de la invención, sólo se muestran tres etapas de la máquina de enrollamiento de múltiples etapas mostrada en mayor detalle en la Figura 4. En la Figura 3, una primera cinta 55 de compresión se muestra que enrolla, de manera multitraslapada, la tira 13 de tela no tejida alrededor del mandril 47 hueco. Una segunda cinta 57 de compresión se muestra que enrolla, de manera multitraslapada, la tira 15 de tela no tejida alrededor de la tira 13 de tela no tejida multitraslapada. Una tercera cinta 59 de compresión se muestra que enrolla, de manera multitraslapada, la tira 17 de tela no tejida alrededor de la tira 15 de tela no tejida, multitraslapada. Un primer arreglo calentador preferentemente de calentadores infrarrojos 63 se muestra en una posición para aplicar calor, simultáneamente con la compresión de la cinta 55 de compresión, a la tira 13 de tela no tejida multitraslapada. Un segundo arreglo calentador de calentadores infrarrojos 65 se muestra en una posición para aplicar calor, simultáneamente con la compresión de la cinta 57 de compresión, a la tira 15 de tela no tejida, multitraslapada. Un tercer arreglo calentador de calentadores infrarrojos 67 se muestra en una posición para aplicar calor, simultáneamente con la compresión de la cinta 59 de compresión, a la tira 17 de tela no tejida, multitraslapada.

20 Con referencia ahora a la Figura 4 de los dibujos, que no forma parte de la invención, el número 71 designa una máquina de enrollamiento de múltiples etapas para fabricar los elementos 11 de filtro, sin núcleo, multitraslapados. Un rollo de tira 13 de tela no tejida se muestra montado en un soporte 75 de rollo que consiste de un miembro vertical 77 sobre el cual se montan uno o más árboles 79 cilíndricos de soporte de rollo que se extienden perpendicularmente hacia fuera del miembro vertical 77 para recibir el núcleo tubular (no mostrado) del rollo de la tira 13 de tela no tejida. Cada árbol 79 de soporte de rollo se conecta al miembro vertical 77 en un punto a lo largo de la longitud del miembro vertical 77. El miembro vertical 77 se conecta en su base a una pluralidad de patas horizontales (no mostradas) que se extienden perpendicularmente hacia fuera a tal longitud como para proporcionar soporte para el miembro vertical 77, cada árbol 79 de soporte de rollo, y cada rollo de la tira 13 de tela no tejida cargado en cada árbol 79 de soporte de rollo.

25 Una bandeja 81 de alimentación consiste de una placa rectangular con sus dos bordes 83 y 85 opuestos más largos cada uno volteado hacia arriba en un ángulo recto para formar un canal que soporta y guía y es ajustable al ancho de la tira 13 de tela no tejida. Cada etapa de la máquina 71 de enrollamiento tiene una bandeja 81 de alimentación y un rodillo 147 tensor conectado a un cilindro (no mostrado) de aire.

30 El soporte 87 del arreglo calentador, una placa de soporte para el primer arreglo calentador 63, se levanta vertical en un plano perpendicular al eje 89 de la máquina 71 de enrollamiento. El soporte 87 del arreglo calentador se conecta a lo largo de su base a una estructura 91 de soporte de máquina que se extiende paralela al eje 89 de la máquina 71 de enrollamiento y soporta cada etapa de la misma. El soporte 87 del arreglo calentador tiene una superficie de entrada (no mostrada) y una superficie 93 de salida. Conectado a la superficie 93 de salida y que se extiende a lo largo del eje 89 y a través de cada etapa de la máquina 71 de enrollamiento hay un mandril hueco 47. Unido a la superficie de entrada del soporte 87 del arreglo calentador hay un conducto (no mostrado) para transportar el medio de intercambio de calor desde un dispositivo de bombeo (representado esquemáticamente en la Figura 7, número 324) al soporte 87 del arreglo calentador, a través de una abertura (no mostrada) en el soporte 87 del arreglo calentador, y en el canal cilíndrico 53 (ver Figura 2) del mandril hueco 47. Conectados a la superficie 93 de salida del soporte 87 del arreglo calentador, hay una pluralidad de accionadores 97 de calentador cada uno de los cuales consiste de un mecanismo 99 de ajuste de disco conectado a través de un mecanismo de engranaje (no mostrado) a una placa 101 del accionador de calentador.

35 40 45 Unido a cada placa 101 del accionador de calentador y que se extiende hacia fuera desde la superficie 93 de salida del soporte 87 del arreglo calentador y paralelo al eje 89 de la máquina 71 de enrollamiento hay un calentador infrarrojo 63. Cada calentador infrarrojo 63 se une a una correspondiente placa 101 del accionador de calentador de manera tal como para dirigir el calor perpendicular hacia y en la dirección del mandril hueco 47. Cada calentador infrarrojo 63 se extiende una distancia seleccionada hacia fuera desde la superficie 93 de salida del soporte 87 del arreglo calentador.

50 55 60 Un par de cabrestantes que consisten de un cabrestante 105 de impulsión y un cabrestante 106 impulsado se levantan verticalmente con sus ejes (no mostrados) perpendiculares y en cada lado del eje 89 de la máquina 71 de enrollamiento. El cabrestante 105 de impulsión se monta en una caja de engranes 107 del cabrestante de impulsión y el cabrestante 106 impulsado se monta en una caja de engranes 109 del cabrestante impulsado. La caja de engranes 107 del cabrestante de impulsión se conecta en su base a una plataforma 113 de la caja de engranes. La plataforma 113 de la caja de engranes es una caja rectangular que se asienta encima de la estructura 91 de soporte de la máquina en un plano horizontal. Un motor (no mostrado) de impulsión de cabrestante se monta por debajo de la plataforma 113 de la caja de engranes y tiene un árbol (no mostrado) que se extiende a través de una abertura (no mostrada) en la plataforma 113 de la caja de engranes y se conecta a los engranes de la caja de engranes 107 del cabrestante de impulsión. La caja de engranes 107 del cabrestante de impulsión se conecta a la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado por un árbol ranurado (no mostrado) en la primera etapa, pero idéntico al árbol ranurado 111 de la cuarta etapa) que proporciona de este modo un medio para

impulsar los cabrestantes 105 y 106 a la misma velocidad angular pero en direcciones opuestas.

La caja de engranes 109 del cabrestante impulsado se conecta en su base a una placa deslizante 115 de la caja de engranes. La parte inferior de la placa deslizante 115 de la caja de engranes tiene una pluralidad de ranuras que se extienden a lo largo de su longitud y paralelas a la longitud de la plataforma 113 de la caja de engranes. Las ranuras de la placa deslizante 115 de la caja de engranes reciben los rieles de un codificador lineal digital 117, que permite de este modo que los codificadores lineales digitales 117 midan incrementalmente la ubicación del cabrestante 109 impulsado a lo largo de los rieles del codificador lineal digital 117 con relación a un punto de referencia en el codificador lineal digital 117. El codificador lineal digital 117 puede ser del tipo descrito en la Patente de los Estados Unidos No. 4,586,760 o cualquier otro dispositivo de medición lineal incremental conocido por los expertos en la técnica. Cerca del centro de la plataforma 113 de la caja de engranes y cortada a través del grosor de la plataforma hay una ranura en forma de arco (no mostrada en la primera etapa, pero idéntica a la ranura 119 en forma de arco de la cuarta etapa), la cuerda de la cual es paralela a la longitud de la plataforma 113 de la caja de engranes. Un tornillo de ajuste de la plataforma de la caja de engranes (no mostrado en la primera etapa, pero idéntico al tornillo 121 de ajuste de la plataforma de la caja de engranes de la cuarta etapa) atraviesa la ranura en forma de arco idéntica a la ranura 119 y se recibe en una abertura roscada (no mostrada) en la estructura 91 de soporte de máquina. El ángulo de la cinta 55 con relación al mandril 47 puede ajustarse con este mecanismo.

Los manguitos 123 y 125 de cabrestantes son concéntricos alrededor de los ejes del cabrestante 105 de impulsión y del cabrestante 106 impulsado, respectivamente. Las superficies radialmente interiores de los manguitos 123 y 125 de cabrestantes se acoplan con las superficies radialmente exteriores del cabrestante 105 de impulsión y del cabrestante 106 impulsado, respectivamente, y se unen a los mismos por medios adecuados en una ubicación seleccionada en el cabrestante 105 de impulsión y en el cabrestante 106 impulsado. Las pestañas 127 y 129 anulares de los manguitos de los cabrestantes se extienden radialmente hacia afuera desde el cabrestante 105 de impulsión y del cabrestante 106 impulsado, respectivamente.

La cinta 55 de compresión forma un lazo cerrado alrededor de la mitad de la periferia del cabrestante 105 de impulsión y de la mitad de la periferia del cabrestante 106 impulsado y se pone en tensión por la distancia entre los ejes del cabrestante 105 de impulsión y el cabrestante 106 impulsado. La cinta de compresión cruza sobre sí misma una sola vez entre el cabrestante 105 de impulsión y el cabrestante 106 impulsado. Además, la cinta 55 de compresión forma una única espira alrededor del mandril hueco 47.

Un cilindro tensor 133 de aire se monta en la plataforma 113 de la caja de engranes en el mismo extremo que la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado. El cilindro tensor 133 de aire es un cilindro neumático comúnmente usado con un árbol 135 que se extiende desde un extremo del cilindro tensor 133 de aire en paralelo con la longitud de la plataforma 113 de la caja de engranes y se conecta en el extremo opuesto a la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado.

En la Figura 4 se muestran tres etapas adicionales de la máquina 71 de enrollamiento de múltiples etapas. Cada etapa adicional consiste de componentes idénticos como en la primera etapa con la excepción de que el soporte 137 del arreglo calentador de cada etapa adicional incluye una abertura 139 concéntrica alrededor del eje 89 de la máquina 71 de enrollamiento a través de la cual pasa el mandril hueco 47 con suficiente holgura para las bandas 14, 16, 18, 20 del elemento 11 de filtro; y con la excepción de que la bandeja 81 de alimentación se reemplaza por un tensor 141 de alimentación que consiste de un miembro 143 verticalmente recto conectado en su base a una pluralidad de patas horizontales 145 y conectado en el extremo opuesto a los rodillos 147 tensores de alimentación.

Con referencia ahora a la Figura 5 de los dibujos, se ilustra un diagrama de bloques de cada paso del proceso de fabricación de la tela no tejida. Cada paso significativo del proceso de fabricación se representa en un bloque separado. En el bloque 151, el paso 1 es la adquisición de fibra, usualmente en la forma de una bala comprada de un productor de fibra textil. Cada tira 13, 15, 17, 19 se compone de una o más fibras. Si una tira 13, 15, 17, 19 se compone sólo de una fibra, debe ser del tipo que consiste de un revestimiento exterior de punto de fusión más bajo y un núcleo interior de mayor punto de fusión. Si una tira 13, 15, 17, 19 se compone de dos o más fibras, al menos una de las fibras debe tener un punto de fusión más bajo que las otras o ser del tipo de revestimiento y núcleo mencionado anteriormente.

En el bloque 153, el paso 2 es la apertura y el pesaje de los materiales de fibra. Las fibras se transportan a un mezclador sincronizado donde se abren adicionalmente en la preparación para la mezcla final en el bloque 155.

En el bloque 155, el paso 3 es la mezcla final de las fibras por lo que las fibras individuales se entremezclan completamente por una serie de rodillos cilíndricos y cilindros desmontadores para proporcionar una dispersión homogénea de las fibras. Este paso se realiza en un mezclador similar al mezclador descrito en la Patente de los Estados Unidos No. 3,744,092.

En el bloque 157, el paso 4 es el transporte de las fibras completamente mezcladas mediante un sistema de conductos de

aire que consiste de un conducto de aproximadamente 30.5 cm (12 pulgadas) de diámetro a través del cual se hace circular aire a una velocidad de aproximadamente 7.6 m/s (1,500 pies por minuto) desde el mezclador hacia el alimentador.

5 En el bloque 159, el paso 5 es la alimentación de las fibras entremezcladas en un alimentador similar al alimentador descrito en las Patentes de los Estados Unidos No. 2,774,294 y 2,890,497.

10 En el bloque 161, el paso 6 es un paso de formación de trama en el cual las fibras se transportan desde el alimentador hasta un formador de trama similar al formador de trama descrito en las Patentes de los Estados Unidos No. 2,890,497 y 2,703,441, que consiste de una pluralidad de rodillos cilíndricos y un cilindro desmontador tal que se forma una trama continua de las fibras homogéneamente dispersadas.

15 En el bloque 163, el paso 7 es un paso de licuefacción y compresión llevado a cabo en una serie de hornos de corriente de aire y/o fuentes alternativas de calor en las cuales se sopla un flujo de aire calentado a una temperatura seleccionada sobre la trama, que provoca de este modo la licuefacción de todos o parte de los tipos particulares de las fibras homogéneamente dispersadas como se explica más completamente más adelante. Simultáneamente con la licuefacción de todos o parte de los tipos particulares de las fibras homogéneamente dispersadas, se comprime la trama continuamente formada en una hoja delgada. El aire en los hornos de corriente de aire se satura a cerca del 100% con vapor a baja presión. Se bombea agua líquida a través de tubos en los hornos de corriente de aire donde se derrama sobre las placas calentadas de acero inoxidable, que crean de este modo vapor a baja presión. El nivel de saturación requerido depende de la temperatura dentro de los hornos de corriente de aire que varía desde 93 °C a 288 °C (200 a 550 grados Fahrenheit). El vapor neutraliza la electricidad estática creada por el aire que se hace circular a velocidades de hasta 1133 m³ por minuto (40,000 pies cúbicos por minuto). Hay un diferencial de presión a través de la trama en el horno de corriente de aire de entre 10 y 20 cm (4 y 8 pulgadas) de columna de agua. El tiempo de residencia para la trama en los hornos de corriente de aire depende y se coordina con la velocidad de descarga de la trama que se produce en el formador de trama.

25 En el bloque 165, el paso 8 es la compresión de la hoja de fibras homogéneamente dispersadas en una tela no tejida con un grosor requerido para la eficiencia deseada de filtración al transportar la hoja entre dos rodillos cilíndricos de acero inoxidable.

30 En el bloque 166, el paso 8-A, es la formación de un rollo de la tela no tejida en una bobinadora.

35 En el bloque 167, el paso 9 del proceso de fabricación es la formación de tiras de la hoja de tela no tejida. Los dispositivos de corte se colocan en puntos seleccionados a través del ancho de la hoja de tela no tejida para cortar la hoja en una pluralidad de tiras de anchos seleccionados y formar de este modo las tiras de tela no tejida tales como 13, 15, 17, 19.

En el bloque 169, paso 10, las tiras no tejidas 13, 15, 17, 19 se enrollan sobre núcleos que tienen forma de tubos cilíndricos en una bobinadora comúnmente conocida que consiste de una pluralidad de rodillos cilíndricos para alinear y enrollar las tiras de tela no tejida 13, 15, 17, 19 sobre los núcleos.

40 El proceso completo de fabricación de la hoja no tejida tiene lugar en un ambiente de humedad controlada. La humedad relativa del aire en el ambiente varía de 60% a 80% como se mide por el termómetro de bulbo húmedo/bulbo seco y una gráfica de entalpía.

45 Cada tira 13, 15, 17, 19 de tela no tejida se compone de fibras poliméricas seleccionadas tales como poliéster y polipropileno que sirven como fibras base y fibras aglutinantes. Las fibras base tienen puntos de fusión más altos que las fibras aglutinantes. El papel de las fibras base es producir estructuras de poro pequeño en el elemento 11 de filtro sin núcleo. El papel de la fibra aglutinante o material aglutinante es unir las fibras base en un elemento rígido de filtro que no requiera un núcleo separado. Las fibras aglutinantes pueden consistir de una fibra pura o de una que tenga un revestimiento exterior de punto de fusión más bajo y un núcleo interior de punto de fusión más alto. Si la fibra aglutinante es del tipo puro, entonces se licuará completamente en presencia de suficiente calor. Si la fibra aglutinante tiene un revestimiento exterior y un núcleo interior, entonces se somete a temperaturas que licuan sólo el revestimiento exterior en presencia de calor, y dejan el núcleo interior para ayudar a la fibra base a producir estructuras de poro pequeño. Por lo tanto el papel de la fibra aglutinante es licuarse ya sea en su totalidad o en parte en presencia de calor, la fracción líquida de la misma se absorbe en las fibras base para formar un punto de unión entre las fibras base, que de este modo une las fibras base al enfriarse. El material aglutinante puede tener una forma diferente de la fibrosa.

50 En un ejemplo particular, que no forma parte de la invención, las fibras base y las fibras aglutinantes se mezclan de acuerdo al proceso de fabricación expuesto en la Figura 5 para formar rollos de tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, cada una de una composición seleccionada. Al término de la fabricación de los rollos de tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, los rollos de las mismas se cargan en los árboles 79 del soporte de rollo 75 en cada etapa de la máquina 71 de enrollamiento. Cada soporte 60 75 de rollo se coloca para introducir las tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, en un ángulo seleccionado, al mandril hueco 47.

Las especificaciones deseadas para un elemento 11 de filtro, sin núcleo, multitraslado se seleccionan después de la manera expuesta en la patente de los Estados Unidos No. 5,827,430, que se incorpora de este modo como referencia en la presente.

5 Un tramo de la tira 13 de tela no tejida se desenrolla y se alimenta sobre la bandeja 81 de alimentación tal que yace entre los bordes 83 y 85 volteados hacia arriba de la bandeja 81 de alimentación. La bandeja 81 de alimentación se coloca tal que la tira 13 de tela no tejida se introduce al mandril hueco 47 en un ángulo seleccionado, y la caja de engranes 107 del cabrestante de impulsión actúa posteriormente para girar el cabrestante 105 de impulsión. El árbol ranurado de la primera etapa de la máquina 71 de enrollamiento transmite potencia a la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado, los engranes de la cual hacen girar el cabrestante 106 impulsado a la misma velocidad angular pero en la dirección opuesta del cabrestante 105 de impulsión. La fricción entre la superficie interior de la cinta 55 de compresión y las superficies radialmente exteriores del cabrestante 105 de impulsión y del cabrestante 106 impulsado permite que la cinta gire con los cabrestantes 105 y 106 sin deslizamiento tangencial. Las pestañas 127 y 129 del manguito de cabrestante de los manguitos 123 y 125 de cabrestante, respectivamente, impiden que la cinta 55 de compresión se deslice hacia abajo en los cabrestantes 105 y 106 de impulsión e impulsado, respectivamente.

20 El borde delantero 31 de la tira 13 de tela no tejida se alimenta después entre la superficie 49 exterior anular del mandril hueco 47 y la cinta 55 de compresión en el punto donde la cinta 55 de compresión hace su único lazo espiral alrededor del mandril hueco 47. Debido a que la resistencia por fricción generada entre la cinta 55 de compresión y la tira 13 de tela no tejida es mayor que la resistencia por fricción generada entre la tira 13 de tela no tejida y el mandril hueco 47, el elemento 11 de filtro sin núcleo se forma en una forma de hélice cónica y se impulsa a lo largo del mandril hueco 47 hacia el extremo libre del mismo. El ángulo de alimentación entre la tira 13 de tela no tejida y el mandril hueco 47 es tal que la tira 13 de tela no tejida se traslapa ella misma una pluralidad de veces conforme se comprime entre la cinta 55 de compresión y el mandril hueco 47 y produce la característica de hélice cónica multitraslada de la presente invención. La fuente de la fuerza compresiva seleccionada de la cinta 55 de compresión es la tensión en la cinta 55 de compresión que se determina por la distancia seleccionada entre los ejes del cabrestante 105 de impulsión y el cabrestante 106 impulsado. Puesto que el cabrestante 106 impulsado se conecta a la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado que se conecta en su base a la placa 115 deslizante de caja de engranes, el cabrestante impulsado 106 queda libre para trasladarse a lo largo de los rieles del codificador lineal digital 117. El codificador lineal digital 117 mide incrementalmente la ubicación de la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado a lo largo de los rieles del codificador lineal digital 117 con relación a un punto de referencia en el codificador lineal digital 117. La fuerza compresiva suministrada por la cinta 55 de compresión a la tira 13 de tela no tejida se controla y se mantiene por una presión seleccionada en el cilindro tensor 133 neumático, el árbol 135 del cual se conecta a la base de la caja de engranes 109 del cabrestante impulsado. La presión en el cilindro tensor 133 neumático se ajusta de acuerdo a las entradas operativas de manera que su árbol 135 o se extiende o se repliega, que controla y mantiene de este modo la fuerza compresiva suministrada por la cinta 55 de compresión a la tira 13 de tela no tejida.

40 Simultáneamente con la compresión mencionada anteriormente a la tira 13 de tela no tejida multitraslada se aplica una cantidad seleccionada de calor generado por un arreglo de calentadores infrarrojos 63 colocados a una distancia seleccionada desde la tira 13 de tela no tejida. Cada calentador infrarrojo 63 se conecta a una placa 101 del accionador de calentador que proporciona el movimiento de cada calentador infrarrojo 63 hacia o desde el mandril hueco 47. El mecanismo 99 de ajuste por disco de la placa 101 del accionador de calentador permite el ajuste incremental de la distancia entre cada calentador infrarrojo 63 y el mandril hueco 47. Cada calentador infrarrojo 63 actúa para calentar la tira 13 de tela no tejida multitraslada hasta una temperatura seleccionada tal que las fibras base de la tira 13 de tela no tejida multitraslada se unen conjuntamente tanto dentro de la tira como entre las capas multitrasladas de la banda 14 por el proceso de absorción de las fibras aglutinantes licuadas.

50 Conforme la tira 13 de tela no tejida se calienta y se comprime simultáneamente para producir la porosidad deseada, se bombea un medio de intercambio de calor a través del canal cilíndrico 53 del mandril hueco 47 por un dispositivo de bombeo (no mostrado) a una velocidad seleccionada de flujo con el propósito de mantener una temperatura seleccionada en la superficie exterior 49 del mandril hueco 47. Uno o más dispositivos de detección de temperatura tales como termopares (no mostrados) están en comunicación con el medio de intercambio de calor con el propósito de detectar la temperatura del medio de intercambio de calor.

55 La tira 13 de tela no tejida continúa su traslapado sobre ella misma y forma de este modo la banda 14 que se impulsa a lo largo del mandril hueco 47 a través de las aberturas 139 de los soportes 137 del arreglo calentador de cada etapa restante de la máquina 71 de enrollamiento de manera continua sin fin. Una vez que la banda 14 ha atravesado todas las etapas de la máquina 71 de enrollamiento, se desenrolla un tramo de la tira 15 de tela no tejida de segunda etapa y se alimenta entre los rodillos 147 tensores de alimentación de un tensor 141 de alimentación. El borde delantero 35 de la tira 15 de tela no tejida se alimenta después entre la cinta 57 de compresión y la superficie exterior anular de la banda 14 en el punto donde la cinta 57 de compresión hace su única espira alrededor del mandril hueco 47.

La tira 15 de tela no tejida se comprime y se calienta de manera simultánea por medios idénticos como la tira 13 de tela no tejida de la primera etapa. La tira 15 de tela no tejida continúa su traslapado sobre ella misma y forma de este modo la banda 16, la superficie interior anular de la cual se une a la superficie exterior anular de la banda 14. Las bandas 14 y 16 combinadas se impulsan a lo largo del mandril hueco 47 a través de las aberturas 139 de los soportes 137 del arreglo calentador de cada etapa restante de la máquina 71 de enrollamiento de manera continua sin fin. Una vez que las bandas 14 y 16 combinadas han atravesado todas las etapas restantes de la máquina 71 de enrollamiento, un tramo de la tira 17 de tela no tejida de la tercera etapa se desenrolla y se alimenta entre los rodillos 147 tensores de alimentación de un tensor 141 de alimentación. El borde delantero 39 de la tira 17 de tela no tejida se alimenta después entre la cinta 59 de compresión y la superficie exterior anular de la banda 16 en el punto donde la cinta 59 de compresión hace su espiral individual alrededor del mandril hueco 47.

La tira 17 de tela no tejida se comprime y se calienta simultáneamente por medios idénticos como la tira 13 de tela no tejida de la primera etapa. La tira 17 de tela no tejida continúa su traslapado sobre ella misma y forma de este modo la banda 18, la superficie interior anular de la cual se une a la superficie exterior anular de la banda 16. Las bandas 14, 16, 18 combinadas se impulsan a lo largo del mandril hueco 47 a través de las aberturas 139 de los soportes 137 del arreglo calentador de cada etapa restante de la máquina 71 de enrollamiento de manera continua sin fin. Una vez que las bandas 14, 16, 18 combinadas han atravesado todas las etapas restantes de la máquina 71 de enrollamiento, un tramo de la tira 19 de tela no tejida de la cuarta etapa se desenrolla y se alimenta entre los rodillos 147 tensores de alimentación de un tensor 141 de alimentación. El borde delantero 43 de la tira 19 de tela no tejida se alimenta después entre la cinta 61 de compresión y la superficie exterior anular de la banda 18 en el punto donde la cinta 61 de compresión hace su única espiral alrededor del mandril hueco 47.

La tira 19 de tela no tejida continúa su traslapado sobre ella misma y forma de este modo la banda 20, la superficie interior anular de la cual se une a la superficie exterior anular de la banda 18. Las bandas 14, 16, 18, 20 combinadas se impulsan a lo largo del mandril hueco 47 de manera continua sin fin hacia un dispositivo medidor (no mostrado) y un dispositivo cortador (no mostrado). Una vez que las bandas combinadas 14, 16, 18 y 20 han atravesado la etapa final de la máquina 71 de enrollamiento, el elemento 11 de filtro se mide por el dispositivo medidor y se corta a la longitud deseada por el dispositivo cortador.

La velocidad angular del motor de impulsión del cabrestante es tal que las tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida permanecen en suficiente proximidad inmediata a los calentadores infrarrojos 63, 65, 67, 68 durante un tiempo seleccionado para permitir la licuefacción apropiada de las fibras aglutinantes. Además, se proporciona distancia suficiente entre las etapas de modo que se permite que las fibras aglutinantes se enfrien parcialmente, y unan de este modo las fibras base dentro de cada tela no tejida 13, 15, 17, 19, entre cada capa de las mismas, y entre cada banda 14, 16, 18, 20, que proporciona la porosidad deseada entre cada capa y entre cada banda 14, 16, 18, 20.

La aplicación simultánea de cantidades seleccionadas de calor y compresión a las capas de tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, es tal que sólo se alteran las propiedades seleccionadas que resulta en un elemento 11 de filtro sin núcleo con suficiente resistencia estructural para soportarse él mismo, es decir, que no requiere núcleo estructural, a la vez que mantiene la porosidad deseada.

La aplicación simultánea de cantidades seleccionadas de calor y compresión a las tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, como se describió anteriormente, permite la variación sistemática de la densidad de las capas de tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, a través de la pared del elemento de filtro y la variación sistemática de la porosidad de las fibras base, del elemento 11.

La dirección de flujo del producto filtrado a través del elemento 11 de filtro puede ser ya sea desde el núcleo hacia la pared exterior anular o desde la pared exterior anular hacia el núcleo, pero en cualquier caso, el flujo del producto filtrado en general es perpendicular al eje del elemento 11 de filtro. Sin embargo, debido a la naturaleza helicoidal cónica de las capas de tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida, los poros formados por las fibras base unidas yacen en un ángulo con el eje del elemento 11 de filtro que hace más difícil que las partículas grandes del producto filtrado atraviesen el elemento 11 de filtro.

El elemento 11 de filtro se puede terminar al cubrir los extremos 25 y 27 por cualquier medio adecuado conocido por los expertos en la técnica, tal como encapsulación en una resina polimérica.

Un conmutador de supresión (no mostrado) activado por cables se extiende sobre la longitud de la máquina 71 de enrollamiento con el propósito de detener la máquina 71 de enrollamiento.

Un ejemplo del método y medio para fabricar un elemento de filtro del tipo mostrado en la Figura 1, que no forma parte de la

invención, es como sigue: se compraron cuatro tipos diferentes de fibras de Hoechst Celanese de Charlotte, N. C., vendidas bajo la designación de fibra "252", "121", "224", y "271". La fibra "252" fue del tipo de núcleo y revestimiento, en tanto que las fibras "121", "224", y "271" fueron del tipo de componente individual puro. El denier de la fibra "252" fue de 3 y su longitud fue de 3.81 cm (1.5 pulgadas). El denier de la fibra "121" fue de 1 y su longitud fue de 3.81 cm (1.5 pulgadas). El denier de la fibra "224" fue de 6 y su longitud fue de 5.08 cm (2.0 pulgadas). El denier de la fibra "271" fue de 15 y su longitud fue de 7.62 cm (3.0 pulgadas). Se fabricó una primera mezcla de fibras a partir de la fibra "121" y la fibra "252" compuesta de 50% en peso de cada tipo de fibra. Se fabricó una segunda mezcla de fibras de la fibra "224" y la fibra "252" compuesta de 50% en peso de cada tipo de fibra. Se fabricó una tercera mezcla de fibras con una composición de 25% en peso de la fibra "121" y 25% en peso de la fibra "224" y 50% en peso de la fibra "252". Se fabricó una cuarta mezcla de fibras de la fibra "271" y la fibra "252" compuesta de 50% en peso de cada tipo de fibra. La fibra "252" que es del tipo de núcleo y revestimiento sirvió como la fibra aglutinante en cada una de las mezclas mencionadas anteriormente. Cada mezcla de fibras se fabricó de acuerdo al proceso expuesto en la Figura 5. Cada mezcla de fibras se formó en una trama que fue de aproximadamente 1.27 cm (1/2 pulgada) de grosor. El grosor de cada trama se redujo en aproximadamente 50% y se formó una trenza durante su tiempo de residencia de noventa segundos en los hornos de corriente de aire debido a la recirculación del aire saturado con vapor a aproximadamente 1133 m³ por minuto (40,000 pies cúbicos por minuto) a una temperatura de 204 °C (400 grados Fahrenheit). Había una presión diferencial a través de la trenza en los hornos de corriente de aire de 6 pulgadas de agua. Al salir de los hornos de corriente de aire, cada trenza se alimentó entre dos rodillos cilíndricos de acero inoxidable que comprimieron el grosor de cada trenza en aproximadamente 50% en una hoja de tela no tejida con un ancho de aproximadamente 94 cm (37 pulgadas). Cada hoja con un ancho de 94 cm (37 pulgadas) de tela no tejida se cortó en las tiras 13, 15, 17, 19 con un ancho de 15 cm (6 pulgadas). El peso base de cada hoja de tela no tejida se determinó y estuvo en el intervalo de 0.15 a 0.37 kg/m² (0.5 a 1.2 onzas por pie cuadrado). Como un paso de aseguramiento de calidad, una vez que se cortaron las tiras de tela no tejida, se probaron en un probador de flujo de aire Frasier para determinar la permeabilidad al aire en pies cúbicos por minuto por pie cuadrado. Las tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida se cargaron después en los árboles 79 de soporte de rollo del soporte 75 de rollo, un rollo en cada etapa de la máquina 71 de enrollamiento.

Las especificaciones de las tiras 13, 15, 17, 19 de tela no tejida se introdujeron en el sistema de procesamiento de datos. El mandril hueco 47 se fabricó de acero inoxidable y tenía un diámetro exterior nominal de 2.5 cm (1 pulgada). El dispositivo de bombeo del medio de transferencia de calor se arrancó y empezó a bombear el medio de transferencia de calor a través del mandril hueco 47 a velocidades variables de flujo tales que la temperatura de la superficie exterior anular 49 del mandril hueco 47 se mantuvo a 93 °C (200 grados Fahrenheit). Se arrancó un motor de impulsión de cabrestante de la primera etapa a una velocidad de control de aproximadamente 50 hercios. El arreglo calentador 63 de la primera etapa se encendió y se alimentó con una tensión eléctrica suficiente para crear una temperatura en el mandril hueco 47 de 149 °C (300 grados Fahrenheit).

La primera banda 14 de la tira 13 de tela no tejida se comenzó mediante la alimentación de la tira 13 de tela no tejida entre el mandril hueco 47 y la cinta 55 de compresión de la primera etapa. La tira 13 de tela no tejida se enrolló helicoidalmente de manera que se traslapaba sobre ella misma y formaba una banda 14 conforme se impulsaba bajo la cinta 55 de compresión y a lo largo del mandril hueco 47. Conforme aumentaba el diámetro exterior de la banda 14, el cabrestante impulsado 106 se movía hacia el cabrestante 105 de impulsión para acortar la distancia entre los mismos y mantener una presión de 69 kPa (10 libras por pulgada cuadrada) ejercida sobre la banda 14 desde la cinta 55 comprimida. Esta presión de compresión fue resultado de la tensión de la cinta 55 de compresión que se desarrolló por la presión en el cilindro tensor 133 de aire de 345 kPa (50 libras por pulgada cuadrada) manométrica. El movimiento del cabrestante 106 impulsado se logró al alterar la presión en el cilindro tensor 133 de aire. El codificador lineal digital 117 detectó el movimiento del cabrestante 106 impulsado y se hicieron, cuando fueron necesarias, las modificaciones apropiadas a la velocidad del motor de impulsión del cabrestante. La temperatura creada por el calentador infrarrojo 63 fue la temperatura de "punto de planchado". Esta temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) ayudó en la compresión y la unión de las fibras base entre las capas de la banda 14. Bajo esta aplicación simultánea de calor y compresión, el grosor de las tiras de tela no tejida 13 se comprimió en aproximadamente 50% y se produjo unión entre las capas.

La banda 14 se dejó viajar a través de cada etapa de la máquina 71 de enrollamiento y antes de encontrar la cinta de compresión en cada etapa, el motor de impulsión de cabrestante en esa etapa se encendió y ajustó a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la primera etapa.

Una vez que la banda 14 atravesó todas las etapas de la máquina 71 de enrollamiento, la segunda banda 16 de la tira 15 de tela no tejida se comenzó mediante la alimentación de la tela no tejida 15 entre la cinta 57 de compresión de la segunda etapa y la superficie exterior anular de la banda 14. La tela no tejida 15 se enrolló helicoidalmente de manera que se traslapaba sobre ella misma para formar la banda 16 conforme se impulsaba bajo la cinta 57 de compresión y a lo largo del mandril hueco 47. El arreglo calentador 65 de la segunda etapa se encendió y se alimentó con una tensión eléctrica suficiente para mantener una temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) en la superficie exterior anular de la banda 16. Conforme aumentaba el diámetro exterior de la banda 16, el cabrestante impulsado de la

segunda etapa se movía hacia el cabrestante de impulsión de la segunda etapa para acortar la distancia entre los mismos y mantener una presión de 69 kPa (10 libras por pulgada cuadrada) ejercida sobre la banda 16 desde la cinta 57 de compresión. Esta presión de compresión fue resultado de la tensión en la cinta 57 de compresión que se desarrolló por la presión en el cilindro tensor de aire de la segunda etapa de 345 kPa (50 libras por pulgada cuadrada) manométrica. El movimiento del cabrestante impulsado de la segunda etapa se logró al alterar la presión en el cilindro tensor de aire de la segunda etapa. El codificador lineal digital de la segunda etapa detectó el movimiento del cabrestante impulsado de la segunda etapa y se hicieron, cuando fueron necesarias, las modificaciones apropiadas a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la segunda etapa, para sincronizar la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la segunda etapa con el motor de impulsión de cabrestante de la primera etapa. La temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) ayudó en la compresión y la unión de las fibras base entre las capas de la banda 16. Bajo esta aplicación simultánea de calor y compresión, el grosor de la tira 15 de tela no tejida se comprimió en aproximadamente 50% y se produjo unión entre las capas. La superficie interior anular de la banda 16 se unió a la superficie exterior anular de la banda 14 y la banda 16 prosiguió a lo largo del mandril hueco 47 hacia la cinta 59 de compresión de la tercera etapa. La banda 16 se dejó viajar a través de las etapas restantes de la máquina 71 de enrollamiento y antes de encontrar la cinta de compresión en cada etapa, se encendió el motor de impulsión de cabrestante en esta etapa y se ajustó a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la segunda etapa.

Una vez que la banda 16 atravesó todas las etapas de la máquina 71 de enrollamiento, la tercera banda 18 de tela no tejida 17 se comenzó mediante la alimentación de la tira 17 de tela no tejida entre la cinta 59 de compresión de la tercera etapa y la superficie exterior anular de la banda 16. La tela no tejida 17 se enrolló helicoidalmente de manera que se traslapaba sobre ella misma para formar la banda 18 conforme se impulsaba bajo la cinta 59 de compresión y a lo largo del mandril hueco 47. El arreglo calentador 67 de la tercera etapa se encendió y se alimentó con una tensión eléctrica suficiente para mantener una temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) en la superficie exterior anular de la banda 18. Conforme aumentaba el diámetro exterior de la banda 18, el cabrestante impulsado de la tercera etapa se movía hacia el cabrestante de impulsión de la tercera etapa para acortar la distancia entre los mismos y mantener una presión de 69 kPa (10 libras por pulgada cuadrada) ejercida sobre la banda 18 desde la cinta 59 de compresión. Esta presión de compresión fue resultado de la tensión de la cinta 59 de compresión que se desarrolló por la presión en el cilindro tensor de aire de la tercera etapa de 345 kPa (50 libras por pulgada cuadrada) manométrica. El movimiento del cabrestante impulsado de la tercera etapa se logró al alterar la presión del cilindro tensor de aire de la tercera etapa. El codificador lineal digital de la tercera etapa detectó el movimiento del cabrestante impulsado de la tercera etapa y se hicieron, cuando fueron necesarias, las modificaciones apropiadas a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la tercera etapa, para sincronizar la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la tercera etapa con el motor de impulsión de cabrestante de la primera etapa. La temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) ayudó en la compresión y la unión de las fibras base entre las capas de la banda 18. Bajo esta aplicación simultánea de calor y compresión, el grosor de la tira 17 de tela no tejida se comprimió en aproximadamente 50% y se produjo unión entre las capas. La superficie interior anular de la banda 18 se unió a la superficie exterior anular de la banda 16 y la banda 18 prosiguió a lo largo del mandril hueco 47 hacia la cinta 61 de compresión de la cuarta etapa. La banda 18 se dejó viajar a través de la etapa restante de la máquina 71 de enrollamiento y antes de encontrar la cinta de compresión de la cuarta etapa, el motor de impulsión de cabrestante de la cuarta etapa se ajustó a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la tercera etapa.

Una vez que la banda 18 atravesó toda la etapa restante de la máquina 71 de enrollamiento, la cuarta banda 20 de la tira 19 de tela tejida se comenzó mediante la alimentación de la tira 19 de tela no tejida entre la cinta 61 de compresión de la cuarta etapa y la superficie exterior anular de la banda 18. La tira 19 de tela no tejida se enrolló helicoidalmente de manera que se traslapaba sobre ella misma para formar la banda 20 conforme se impulsaba bajo la cinta 61 de compresión y a lo largo del mandril hueco 47. El arreglo calentador 68 de la cuarta etapa se encendió y se alimentó con una tensión eléctrica suficiente para mantener una temperatura de punto de planchado de 149 °C en la superficie exterior anular de la banda 20. Conforme aumentaba el diámetro exterior de la banda 20, el cabrestante impulsado de la cuarta etapa se movía hacia el cabrestante de impulsión de la cuarta etapa para acortar la distancia entre los mismos y mantener una presión de 69 kPa (10 libras por pulgada cuadrada) ejercida sobre la banda 20 desde la cinta 61 de compresión. Esta presión de compresión fue resultado de la tensión en la cinta 61 de compresión que se desarrolló por la presión en el cilindro tensor de aire de la cuarta etapa de 345 kPa (50 libras por pulgada cuadrada) manométrica. El movimiento del cabrestante impulsado de la cuarta etapa se logró al alterar la presión del cilindro de aire tensor de la cuarta etapa. El codificador lineal digital de la cuarta etapa detectó el movimiento del cabrestante impulsado de la cuarta etapa y se hicieron, cuando fueron necesarias, las modificaciones apropiadas a la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la cuarta etapa, para sincronizar la velocidad del motor de impulsión de cabrestante de la cuarta etapa con el motor de impulsión de cabrestante de la primera etapa. La temperatura de punto de planchado de 149 °C (300 grados Fahrenheit) ayudó en la compresión y la unión de las fibras base entre las capas de la banda 20. Bajo esta aplicación simultánea de calor y compresión, el grosor de la tira 19 de tela no tejida se comprimió en aproximadamente 50% y se produjo unión entre las capas. La superficie interior anular de la banda 20 se unió a la superficie exterior anular de la banda 18 y la banda 20 prosiguió a lo largo del mandril hueco 47 hacia los dispositivos medidor y cortador por lo que se midió y cortó a una longitud de 76.2 cm (30 pulgadas).

El elemento 11 de filtro resultante tenía un diámetro interior nominal de 2.5 cm (1 pulgada), un diámetro exterior nominal de 6.35 cm (2.5 pulgadas) y se cortó a 76.2 cm (30 pulgadas) de largo. Pesó 0.45 kg (una libra) y tenía una capacidad de flujo de aire de 0.57 m³/min (20 pies cúbicos por minuto), y producía una presión diferencial de 12.4 cm (4.9 pulgadas) de columna de agua.

5

En un medio alternativo de fabricación descrito en la presente como un ejemplo de referencia y que no forma parte de la invención, puede incluirse una banda libre en una o más etapas de la máquina 71 de enrollamiento de múltiples etapas para mantener el mandril hueco 47 en una posición apropiadamente fija.

10

En otro ejemplo de referencia que no forma parte de la invención, se adiciona una pluralidad de tiras de tela no tejida en una única etapa de la máquina 71 de enrollamiento de múltiples etapas.

15

Se señala que el proceso para producir el elemento de filtro de la presente invención, como se describió anteriormente, proporciona el elemento de filtro con un área superficial que incluye múltiples capas de medios que se traslapan (por ejemplo, bandas), por lo que las capas adyacentes tienen un plano de intersección en el punto de unión. Este diseño, en una modalidad, puede mejorar la capacidad de filtración de las bandas. Adicionalmente, con este diseño, puede proporcionarse un gradiente de densidad dentro del elemento 11 de filtro a través de la profundidad del elemento 11 de filtro.

20

Antes de proseguir adicionalmente, puede ser útil definir algunos de los términos que se usan más adelante. "Tamaño de poro" es una indicación del tamaño de los poros en los medios, que determina el tamaño de las partículas incapaces de pasar a través de los medios, es decir, la clasificación de micrones. Para la mayoría de los medios, este puede relacionarse como una distribución, puesto que el tamaño de poro puede no ser completamente uniforme. "Permeabilidad" es una medida de la resistencia del medio al flujo. Esta puede medirse en aire o en un líquido. Una mayor permeabilidad significa menos resistencia al flujo y una menor caída de presión a través del medio para un flujo determinado. Una menor permeabilidad significa más resistencia al flujo o una mayor caída de presión a través del medio para un flujo determinado. "Tamaño de fibra" es una medida del tamaño de las fibras en los medios. Este se mide en micrones, o para polímeros, en denier. En general, mientras más pequeña sea la fibra, más pequeños serán los poros en el medio. En general hay una distribución de tamaños de fibra que puede cambiar en base al diseño. "Peso base" es el peso del medio para un área superficial determinada. Este se mide en general en libras (lbs.) por yarda cuadrada, o gramos por metro cuadrado. La "porosidad" (volumen hueco) es una medida de cuánto del volumen del medio es espacio abierto. En general, una mayor porosidad indica una mayor capacidad de retención de suciedad dentro del medio y una mayor permeabilidad.

30

Como se señaló anteriormente, el material usado y el método de fabricación pueden influir en las características de los medios. Para este fin, las características de los medios pueden utilizarse para desarrollar un filtro que puede tener una capacidad de filtración relativamente significativa. Está bien establecido que las tres medidas principales de desempeño de la filtración, es decir la capacidad de flujo, la clasificación de micrones, y la capacidad de retención de partículas, pueden relacionarse proporcionalmente entre sí. Por ejemplo, conforme se hace más estrecha la clasificación de micrones, la capacidad de flujo tiende a disminuir. Igualmente, conforme se hace más estrecha la clasificación de micrones, la capacidad de retención de partículas tiende a disminuir. Por consiguiente, en base a estas características, puede diseñarse un elemento de filtro, de acuerdo con una modalidad de la presente invención, cuya capacidad de filtración pueda proporcionar la capacidad de remover contaminante, a la vez que tenga una capacidad de flujo y de retención de partículas, relativamente altas, y la capacidad de mantener una clasificación de micrones especificada.

40

Con referencia a una modalidad de la presente invención, para mejorar adicionalmente la capacidad de filtración del elemento 11 de filtro, la presente invención puede proporcionar el elemento de filtro con una inserción de medios dentro de al menos una de las bandas 14, 16, 18 o 20. La presencia de esta inserción en el elemento 11 de filtro puede proporcionar, en una modalidad, el elemento 11 de filtro con área superficial adicional para la filtración. En particular, al grado que la inserción puede ser diferente en características y propiedades de las bandas 14, 16, 18 y 20 subyacentes del elemento de filtro, puede haber un cambio distinto y abrupto en la densidad, el tamaño de fibra, etc., que, en efecto, cree área superficial adicional dentro de la construcción continua de un elemento de filtro de la presente invención. Esta inserción también puede crear la capacidad de cambiar la dirección de flujo y de aumentar el depósito de contaminantes de tamaño específico.

45

50

Con relación ahora a la Figura 6A, se ilustra una vista en sección transversal de un elemento 60 de filtro, sin núcleo, multitraslado, de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El elemento 60 de filtro, como se ilustra en la Figura 6A, puede fabricarse mediante el uso del proceso descrito anteriormente. Para este fin, similar al elemento 11 de filtro, el elemento 60 de filtro puede incluir múltiples bandas 61, 62, 63 y 64. Por supuesto, pueden proporcionarse, si se desea, bandas adicionales o menos bandas. El elemento 60 de filtro puede incluir adicionalmente una inserción 65 colocada dentro de al menos una banda que se traslapa, tal como la banda 61. La presencia de la inserción 65 dentro de la banda 61 que se traslapa del elemento 60 de filtro puede permitir que el elemento 60 de filtro se diseñe de manera tal como para controlar e impartir un patrón particular de filtración o de flujo del fluido que se mueve dentro del elemento 60 de filtro, por ejemplo, en una dirección sustancialmente axial.

55

60

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, la inserción 65 puede hacerse de un material o materiales que pueden proporcionar características diferentes de aquellas de las bandas 61 a la 64. En una modalidad, estas características pueden impartirse en base al tamaño de, por ejemplo, las fibras, así como también al proceso o la receta usada para hacer la inserción 65. En general, las fibras usadas pueden venir en diferentes diámetros, típicamente en tamaños de micrones (es decir, 1/1,000,000 de metro). El diámetro también puede describirse en denier. Un denier es el peso en gramos de 9,000 metros de la fibra. Mediante el uso de la densidad, por ejemplo, del polímero en la fibra, puede calcularse el diámetro de la fibra a partir del denier. En una modalidad, la inserción 65 puede constituirse de una mezcla de fibras de diámetros ampliamente diferentes. Esta mezcla o receta puede determinar el desempeño o características de la inserción 65, y en dependencia de la aplicación, el desempeño o las características de la inserción 65 pueden ser sustancialmente diferentes o ligeramente diferentes de las características o el desempeño de las bandas 61 a la 64.

Los ejemplos de materiales que pueden usarse en la fabricación de la inserción 65 pueden variar ampliamente, que incluye metales tal como acero inoxidable, componentes inorgánicos tal como fibra de vidrio o cerámica, celulosa orgánica, papel, o polímeros orgánicos, tal como polipropileno, poliéster, nailon, etc., o una combinación de los mismos. Estos materiales tienen diferente resistencia química y otras propiedades.

Además, con relación ahora a la Figura 6B, la inserción 65, en una modalidad, puede proporcionarse de una tira, tal como la tira 651, con un ancho de un tamaño sustancialmente similar al de una tira, tal como la tira 611, que se usa para hacer la banda dentro de la cual se coloca la inserción 65. De manera alternativa, la inserción 65 puede proporcionarse de una tira con un ancho apreciablemente menor que el ancho de la tira usada en la banda dentro de la cual se coloca la inserción 65. En una modalidad, la inserción 65 puede incluir un ancho de aproximadamente 2 pulgadas menor que el ancho de la tira usada en la banda.

Para colocar la inserción 65 de la manera ilustrada en la Figura 6A, al comienzo del proceso de fabricación, la tira 651 de la cual se forma la inserción 65 puede colocarse de manera sustancialmente paralela, y contra una superficie, por ejemplo, de la tira 611 usada en la formación, por ejemplo, de la banda 61. La tira 611, fabricada mediante el proceso indicado anteriormente, puede ser de naturaleza no tejida. En una modalidad, la tira 651, que también puede ser no tejida o de otro tipo, puede colocarse contra una superficie de la tira 611 que posteriormente puede convertirse en una superficie interior de la banda 61. De manera alternativa, la tira 651 puede colocarse contra una superficie de la tira 611 que posteriormente puede convertirse en una superficie exterior de la banda 61. Posteriormente, conforme la tira 611 se enrolla alrededor del mandril 47 para formar la banda 61, la tira 651 puede enrollarse simultáneamente junto con la tira 611 de la banda 61 para proporcionar la configuración mostrada en la Figura 6A. En otras palabras, por ejemplo, cada capa de la tira 651 de inserción puede intercalarse entre dos capas adyacentes que se traslapan de la tira 611 no tejida. Se debe señalar que la inserción 65 dentro de la banda 61 se proporciona por arriba y por abajo de la ruta 67 formada por el mandril 47 durante el proceso de enrollamiento, tal como ese ilustrado en la Figura 6A. Adicionalmente, a pesar de que se ilustra sólo junto con la banda 61, se debe apreciar que la inserción 65 puede colocarse dentro de una o más de las bandas restantes 62 a la 64. Adicionalmente, cada inserción 65 en cada una de las bandas 61 a la 64, en una modalidad, puede proporcionarse con características diferentes o similares a las otras inserciones, en dependencia de la aplicación particular o del desempeño deseado.

En un ejemplo de referencia que no forma parte de la invención, como se ilustra en la Figura 7, en lugar de proporcionar la inserción 65 dentro de la banda 61 que se traslapa, una intercalación 75 puede proporcionarse circunferencialmente alrededor de la banda 71 que se traslapa. Para colocar la intercalación 75 de la manera ilustrada en la Figura 7, posterior a la formación de la banda 71 que se traslapa, puede enrollarse o envolverse una tira, usada en la formación de la intercalación 75 de manera que se traslapa similar a esa para la banda 71 alrededor de una superficie exterior de la banda 71 para proporcionar un perfil de traslapo exhibido por la intercalación 75 en la Figura 7. Por supuesto, aunque se ilustra con sólo una intercalación, la intercalación 75 puede proporcionarse alrededor de una o más de las bandas restantes en el elemento 70 de filtro.

De manera alternativa, en lugar de proporcionar una intercalación 75 que se traslapa, una intercalación 85, con relación ahora a la Figura 8, que no forma parte de la invención, puede colocarse como una capa a lo largo de una longitud completa del elemento 80 de filtro y dentro de la banda 81. La tira 851 puede proporcionarse con una longitud sustancialmente similar a esa del elemento 80 de filtro y un ancho sustancialmente similar a una circunferencia de la banda 81. De esta manera, la banda 81 del elemento 80 de filtro puede colocarse a lo largo de la longitud de la tira 851 y el ancho de la tira 851 enrollarse subsiguientemente una vez alrededor de la banda 81. Por supuesto, esto puede hacerse durante la formación de la banda 81, de modo que la intercalación 85 pueda proporcionarse dentro de la banda 81, o después de la formación de la banda 81, de modo que la intercalación 85 pueda proporcionarse alrededor de una superficie exterior de la banda 81. La intercalación 85 puede proporcionarse, además, alrededor de una o más de las bandas restantes en el elemento 80 de filtro.

De manera relacionada, la tira 851 puede proporcionarse con una longitud más corta que esa del elemento 80 de filtro. Con

una longitud más corta, la intercalación 85 puede proporcionarse alrededor de cada banda del elemento 80 de filtro y de manera escalonada desde una banda a la siguiente (no mostrada).

Además de los materiales (por ejemplo, los tipos y los tamaños), las características o propiedades de la inserción 65 así como también de las bandas 61 a la 64, que pueden denominarse desde este punto como los medios, pueden depender del tamaño de poro, de la permeabilidad, del peso base, y de la porosidad (volumen hueco) entre otros. La combinación de estas propiedades puede proporcionar a la inserción 65, junto con las bandas 61 a la 64, con una capacidad particular de flujo (presión diferencial de fluido a través del filtro), clasificación de micrones (el tamaño de las partículas que se removerán del elemento 60 de filtro), capacidad de retención de partículas (la cantidad de contaminante que puede removerse del proceso por el elemento 60 de filtro antes de atascarse) y las propiedades fisicoquímicas.

Adicionalmente, al proporcionar el elemento 60 de filtro con la inserción 65 que tiene diferentes características y propiedades de aquellas exhibidas por las múltiples bandas 61 a la 64 que se traslapan, por ejemplo, puede haber un cambio distinguible y abrupto de la densidad dentro del elemento 60 de filtro que, en efecto, puede crear área superficial adicional, y permitir de este modo la generación de un gradiente de densidad dentro del elemento 60 de filtro a pequeña escala así como también a gran escala.

La presencia de la inserción 65 dentro del elemento 60 de filtro puede impartir, además, en una modalidad, una ruta de flujo de fluido sustancialmente axial a lo largo del elemento 60 de filtro. En general, el flujo de fluido a través de las bandas que se traslapan, por ejemplo, las bandas 61 a la 64, es en una dirección sustancialmente radial a través del elemento 60 ya sea desde el exterior al interior o desde el interior al exterior. Sin embargo, mediante el uso de una inserción de un medio más denso o menos permeable, como se describió anteriormente, el flujo del fluido a través del elemento 60 de filtro puede dirigirse de manera sustancialmente axial a lo largo de la longitud del elemento 60 de filtro, como se ilustra por la flecha 66 en la Figura 6A.

Un hecho bien establecido en la filtración que usa medios profundos, tal como el elemento 60 de filtro, es la capacidad de remover partículas que son relativamente más pequeñas que el tamaño de poro. Las partículas muy pequeñas en un gas, por ejemplo, pueden moverse al azar en lo que se ha descrito como movimiento browniano. Estas partículas pueden entrar en contacto con fibras o líquido retenido en un elemento de filtro, y pueden removerse aún cuando, por su tamaño, pueden atravesar fácilmente los poros más grandes dentro de las bandas del elemento de filtro. Además, las partículas en un fluido tienden a tener más masa que el fluido dentro del cual se encuentran. Como resultado, hay una tendencia de que las partículas fluyan en una línea relativamente recta. Este patrón de flujo puede crear un impacto inercial de las partículas con una fibra, que permite que las partículas se adhieran a la fibra y se remuevan. Nuevamente, aún cuando esas partículas pueden ser suficientemente pequeñas para atravesar los poros del filtro, sin embargo se remueven.

Ambos de estos mecanismos de remoción, en una modalidad, similarmente pueden aumentar la capacidad de filtración conforme se hace más tortuosa y/o más larga la ruta a lo largo de la cual deben viajar las partículas a través del elemento de filtro. En particular, con una ruta de viaje más tortuosa y/o más larga, puede aumentar la probabilidad de contacto por la partícula. La probabilidad de contacto es la probabilidad de que una partícula entrará en contacto con una fibra, o en el caso de que el fluido sea un gas, de entrar en contacto con el líquido mantenido dentro del elemento de filtro, el cual permite su remoción. Por consiguiente, al impartir el flujo axial a lo largo del elemento de filtro, el elemento 60 de filtro de la presente invención puede aumentar sustancialmente su capacidad de remover partículas relativamente pequeñas a la vez que aumenta su capacidad de flujo (es decir, la remoción de partículas del tamaño de micrones a la vez que proporciona mayores capacidades de flujo y de retención de partículas).

Por ejemplo, en un elemento de filtro para líquidos que tiene un diámetro exterior (OD) de aproximadamente 6.35 cm (2.5") y un diámetro interior (ID) de 3.02 cm (1.19"), la profundidad radial del elemento de filtro puede ser aproximadamente 1.66 cm (0.655"). Con este elemento de filtro, una partícula o contaminante puede fluir típicamente de forma radial aproximadamente 1.69 cm (0.665") a fin de atravesar este filtro. Por otra parte, cuando este filtro se proporciona con una inserción de aproximadamente 10.16 cm (4.0") de ancho, por ejemplo, la inserción 65, dentro de una banda, tal como la banda 61 en la Figura 6A, la partícula que fluye a través del elemento de filtro ahora debe fluir a lo largo de una dirección ilustrada por la flecha 66. En dependencia de dónde la partícula entra en contacto con la inserción 65, ya sea en el punto A o B o en algún lugar entre éstos la partícula puede viajar hasta aproximadamente 11.85 cm (4.665") antes de que pueda atravesar el elemento de filtro. Esta distancia es hasta aproximadamente 7.1 veces la distancia sin la inserción, de esta manera, aumenta en gran medida la probabilidad de contacto para la remoción del contaminante. Por supuesto, si se proporciona otra inserción de 10.16 cm (4") dentro de una segunda banda, la distancia recorrida sería de hasta 22.08 cm (8.665") o 13.2 veces aquella de un elemento de filtro sin una inserción.

Mediante el uso de la inserción 65 de la presente invención, junto con las características que pueden impartirse a cada una de las bandas 61 a la 64, puede producirse un elemento de filtro por lo que puede impartirse un patrón de flujo específicamente diseñado (es decir, la dirección de flujo del fluido) para un fluido que se mueve a través del elemento de

5 filtro. En particular, entre dos extremos, si, por ejemplo, la inserción 65 es sustancialmente impermeable, entonces puede obligarse el flujo axial a través de la banda dentro de la cual puede colocarse la inserción 65 hasta que el flujo alcance un extremo de salida de la banda. Por otra parte, si la inserción 65 es de características y propiedades sustancialmente similares a la banda dentro de la cual puede colocarse la inserción 65, entonces el flujo a través de esa banda es probable que continúe en una dirección sustancialmente radial a través de la inserción y la banda con poco o ningún flujo axial.

10 La capacidad para diseñar un patrón específico de flujo a través del elemento de filtro depende de encontrar un equilibrio y una combinación apropiados entre los dos extremos descritos anteriormente. En una modalidad, la inserción 65 puede diseñarse para ser más densa y menos permeable que la banda dentro de la cual se coloca la inserción. Como tal, cuando el fluido que contiene el contaminante alcanza la inserción 65, la dirección de flujo puede ser ya sea a través de la inserción o axialmente, en dependencia del contenido del fluido. La dirección de flujo, en una modalidad, puede dictarse por el tamaño de poro, la permeabilidad y las otras características impartidas a la banda y a la inserción 65.

15 Al grado que la inserción 65 relativamente densa puede ser permeable, en una modalidad, una filtración de flujo cruzado puede permitirse a través de la inserción 65. De manera específica, conforme el fluido fluye a lo largo de la inserción 65, puede permitirse que el fluido fluya a través de la inserción permeable 65, y deje detrás el contaminante. Durante la vida del elemento de filtro, conforme la inserción 65 relativamente densa se atasca con contaminantes, el fluido que fluye a lo largo de la inserción 65 puede forzarse para que fluya a través de una ruta alternativa de flujo, por ejemplo, en la dirección de la flecha 66 en la Figura 6A, a través de la banda más permeable que tiene mayor volumen hueco.

20 Se debe apreciar que cuando se usa una inserción producida con un material diferente del usado para la banda dentro de la cual se coloca la inserción, puede ser posible establecer cargas electrostáticas debidas a una interacción fisicoquímica de los dos materiales diferentes en proximidad inmediata. La generación de cargas electrostáticas debidas a esta interacción fisicoquímica puede conducir a la fabricación de un elemento de filtro que contiene una amplia variedad de tamaños de fibra. Además, esta interacción puede conducir a la fabricación de una matriz de fibras diversas con diferentes fibras en diferentes ubicaciones. Los ejemplos de fibras que pueden emplearse en la fabricación de la inserción y las bandas del elemento de filtro de la presente invención incluyen fibras finas, que incluyen aquellas de fibra de vidrio, fibra hilada por fusión, o los recientes avances en nanofibras o nanopartículas.

25 Al grado que las nanopartículas puedan incorporarse en la inserción 65, estas nanopartículas pueden ser un material absorbente de residuos capaz de remover contaminantes de metales pesados, tal como mercurio inorgánico (por ejemplo, el catión divalente Hg^{2+} , Hg_2^{2+} monovalente, y compuestos neutros tal como $HgCl_2$, $Hg[OH]_2$), mercurio orgánico, tal como metilmercurio (por ejemplo, CH_3HgCH_3 o CH_3Hg^+) como resultado de la reacción enzimática en las aguas residuales, mercurio metálico, plata, plomo, uranio, plutonio, neptunio, americio, cadmio y combinaciones de los mismos.

30 El material absorbente de residuos, en una modalidad, puede ser un material nanoabsorbente fabricado de monocapas automontadas en soportes mesoporosos (SAMMS). El soporte puede producirse de varios materiales porosos, que incluyen sílice. Un ejemplo de un material SAMMS que puede usarse en relación con la presente invención incluye el tiol-SAMMS, tal como el descrito en la Patente de los Estados Unidos No. 6,326,326.

35 De acuerdo con una modalidad de la presente invención, el material nanoabsorbente puede ser partículas porosas que varían de aproximadamente 5 micrones a aproximadamente 200 micrones de tamaño. En una modalidad, las partículas, en promedio, pueden variar de aproximadamente 50 micrones a aproximadamente 80 micrones de tamaño, pueden incluir un tamaño de poro que varía de aproximadamente 3 nanómetros (nm) a aproximadamente 4 nm, y pueden proporcionarse con una densidad aparente que varía de aproximadamente 0.2 gramos/mililitro a aproximadamente 0.4 gramos/mililitro.

40 El diseño de la inserción de la presente invención, como se señaló anteriormente, puede usarse en relación con un elemento de filtro para tratar fluido contaminado. El fluido contaminado que puede tratarse incluye fluido viscoso, tal como aceite, o fluido no viscoso, tal como un líquido o un gas. En una aplicación que implica una coalescencia de gas/líquido, puede surgir un reto que implica la remoción de aerosoles muy finos, a la vez que se mantiene la vida del elemento coalescente durante un periodo prolongado de tiempo en presencia de contaminantes sólidos. Se ha observado que mediante el uso de un diseño de inserción de la presente invención, pueden capturarse aerosoles muy finos en las fibras finas de la inserción y pueden unirse en gotas, cuyas gotas forman eventualmente un flujo de fluido hacia abajo en una ruta axial. El flujo axial en las gotitas/fluido, en una modalidad, puede aumentar la vida del elemento coalescente al permitir que se remuevan algunos de los contaminantes en los líquidos drenados en lugar de permanecer capturados en la inserción y subsiguientemente la taponen. Hasta cierto grado, esto imparte un efecto autolimpiador en la inserción, que puede extender su vida de servicio.

45 En un ejemplo de referencia alternativo que no forma parte de la invención, una inserción que es menos densa y más abierta que la banda dentro de la cual se coloca puede usarse, además, en una aplicación que implica la coalescencia de gas/líquido. En esta modalidad, puede crearse un área dentro del elemento coalescente donde pueden acumularse y

pueden depositarse los contaminantes.

5 Adicionalmente, se debe apreciar que en el ejemplo de referencia donde una intercalación, tal como la intercalación 85, se diseña para que sea sustancialmente más densa y menos impermeable que la banda alrededor de la cual se envuelve, puede forzarse el fluido que fluye a través del elemento de filtro para que se mueva sustancialmente a lo largo de toda la longitud del elemento de filtro, puesto que el fluido no puede atravesar la intercalación densa.

10 Aunque la invención se ha descrito en relación con las modalidades específicas de la misma, se entenderá que es capaz de modificación adicional. Además, se pretende que esta solicitud cubra cualquier variación, usos, o adaptaciones de la invención, que incluyen aquellas desviaciones de la presente descripción que vengan dentro de la práctica conocida o habitual en la técnica a la cual corresponde la invención.

Reivindicaciones

1. Un elemento de filtro (60) que comprende:
 - 5 una tira no tejida (611) que tiene una porosidad seleccionada y que se enrolla en espiral sobre ella misma en múltiples capas que se traslapan para formar múltiples bandas de un grosor radial seleccionado; una tira de inserción (651) que es menos permeable que la tira no tejida (611) y que se coloca dentro de una banda (61) formada por la tira no tejida (611) en donde la banda (61), dentro de la cual se coloca la tira de inserción (651), puede formarse por la colocación de la tira de inserción (651) sustancialmente paralela y contra una superficie de una tira no tejida (611) y enrollar simultáneamente la tira no tejida (611) y la tira de inserción (651), **caracterizada porque** la tira de inserción (651) se coloca en múltiples capas que se traslapan dentro de la banda (61) formada por la tira no tejida (611) y cada capa de la tira de inserción (651) se intercala entre dos capas adyacentes que se traslapan de la tira no tejida (611); y una ruta (66) de flujo de fluido definida por la tira de inserción (651), a fin de controlar e impartir un patrón de flujo a través del elemento de filtro (60) dirigido de una dirección sustancialmente radial a través del elemento de filtro (60) a sustancialmente axial a lo largo de la longitud del elemento de filtro (60).
 - 20 2. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la banda (61), dentro de la cual se coloca la tira de inserción (651), puede formarse por la colocación de la tira de inserción (651) sustancialmente paralela y contra una superficie de una tira no tejida (611) y enrollar simultáneamente la tira no tejida (611) y la tira de inserción (651) alrededor de un mandril, de tal manera que cada capa de la tira de inserción (651) se intercala entre dos capas adyacentes que se traslapan de la tira no tejida (611) y la tira de inserción (651) se proporciona por encima y por debajo de una ruta (67) formada por el mandril durante el enrollamiento.
 - 25 3. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tira no tejida (611) se enrolla de manera helicoidal, y se fusiona y comprime térmicamente, para darle una forma sustancialmente tubular; y/o en donde la tira no tejida (611) se produce de un material que puede generar cargas electrostáticas en presencia de una interacción fisicoquímica entre la tira no tejida (611) y la tira de inserción (651).
 - 30 4. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tira de inserción (651) se diseña para remover partículas o contaminantes de tamaño más pequeño que los removidos por la tira no tejida (611).
 - 35 5. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde un material a partir del cual puede fabricarse la tira de inserción (651) incluye uno de metales, componentes inorgánicos, celulosa orgánica, polímeros orgánicos, o una combinación de los mismos.
 - 40 6. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde un material a partir del cual puede fabricarse la tira de inserción (651) incluye uno de acero inoxidable, fibra de vidrio, fibras hiladas por fusión, cerámica, papel, polipropileno, poliéster, nailon, otros materiales poliméricos, partículas porosas fabricadas de monocapas automontadas sobre soportes mesoporosos (SAMMS), o una combinación de los mismos; opcionalmente en donde las partículas porosas se fabrican de sílice, o en donde las partículas porosas tienen un tamaño de poro que varía de aproximadamente 3 nanómetros (nm) a aproximadamente 4 nm.
 - 45 7. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tira de inserción (651) se fabrica a partir de un material diferente del usado para la tira no tejida (611); y/o en donde la tira de inserción (651) tiene una capacidad de flujo, clasificación de micrones, capacidad de retención de partículas, y propiedad fisicoquímica particulares; y/o en donde la tira de inserción (651) tiene una densidad distinta de esa de la tira no tejida (611), de manera que existe un gradiente de densidad dentro del elemento de filtro (60); y/o en donde la tira de inserción (651) tiene un ancho que varía desde un tamaño apreciablemente menor hasta sustancialmente similar a ese de la tira no tejida (611).
 - 50 8. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la tira de inserción (651) se coloca como una banda a lo largo de toda la longitud del elemento de filtro (60) y dentro de la banda (61) formada por la tira no tejida (611).
 - 55 9. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, en donde la ruta de flujo de fluido (66) definida por la tira de inserción (651) incluye una ruta larga y tortuosa a lo largo de la cual el fluido fluye a través del elemento de filtro (60); y/o en donde la ruta de flujo de fluido (66) definida por la tira de inserción (651) tiene un diseño para remover las partículas de tamaño relativamente más pequeño que el tamaño de poro en el elemento de filtro (60) mediante impacto inercial o
 - 60

movimiento browniano de las partículas en el flujo de fluido.

- 5 10. Un elemento de filtro de conformidad con la reivindicación 1, que incluye, además, una segunda tira no tejida que tiene una porosidad seleccionada y que se enrolla en espiral sobre ella misma en múltiples capas que se traslapan para formar una segunda banda de un grosor radial seleccionado alrededor de la banda formada por la tira no tejida (611), que incluye opcionalmente, además, una segunda tira de inserción que tiene una porosidad diferente de esa de la tira no tejida (611) y que se coloca dentro de la segunda banda formada por la segunda tira no tejida.
- 10 11. Un método para fabricar un elemento de filtro de la reivindicación 1, el método que comprende:
- proporcionar una tira no tejida (611) que tiene una porosidad seleccionada, una superficie interior, y una superficie exterior;
- colocar una tira de inserción (651) que tiene una porosidad menos permeable que esa de la tira no tejida (611) en paralelo y contra una de las superficies de la tira no tejida (611);
- 15 enrollar en espiral simultáneamente la tira no tejida (611) y la tira de inserción (651) en múltiples capas que se traslapan, de manera que se forma una banda (61) que tiene un grosor radial seleccionado que tiene intercaladas en ella las capas adyacentes que se traslapan de la tira de inserción (651).
- 20 12. Un método de conformidad con la reivindicación 11, en donde el paso de proporcionar incluye fabricar la tira no tejida (611) a partir de un material diferente de ese usado para la tira de inserción (651).
13. Un método de conformidad con la reivindicación 11, en donde el paso de colocar incluye colocar la tira de inserción (651) contra una superficie interior de la tira no tejida (611), o en donde el paso de colocar incluye colocar la tira de inserción (651) contra una superficie exterior de la tira no tejida (611); y/o
- 25 en donde el paso de colocar incluye diseñar la tira de inserción (651) para proporcionar una capacidad de flujo, clasificación de micrones, capacidad de retención de partículas y propiedad fisicoquímica particulares.
14. Un método de conformidad con la reivindicación 11, en donde, en el paso de colocar, un material a partir del cual puede fabricarse la tira de inserción (651) incluye uno de metales, componentes inorgánicos, celulosa orgánica, polímeros orgánicos, o una combinación de los mismos; por ejemplo, acero inoxidable, fibra de vidrio, fibras hiladas por fusión, cerámica, papel, polipropileno, poliéster, nailon, otros materiales poliméricos, partículas porosas fabricadas de monocapas automontadas sobre soportes mesoporosos (SAMMS), o una combinación de los mismos.
- 30 15. Un método de conformidad con la reivindicación 11, en donde el paso de enrollar en espiral incluye colocar la tira de inserción (651) de tal manera que cada capa de la tira de inserción (651) se intercala entre dos capas adyacentes que se traslapan de la tira no tejida (611); y/o
- que incluye, además, definir, por las múltiples capas de la tira de inserción (651), una ruta de fluido (66) sustancialmente axial a lo largo del elemento de filtro (60), opcionalmente en donde, en el paso de definir, la ruta de flujo de fluido (66) imparte, mediante impacto inercial o movimiento browniano de las partículas en el flujo de fluido, una capacidad para remover las partículas de tamaño relativamente más pequeño que esas que se pueden remover por el tamaño de poro en el elemento de filtro (60).
- 40 16. Un método de conformidad con la reivindicación 11, que incluye, además, enrollar, alrededor de la superficie exterior de la primera banda (61), una segunda tira no tejida (611), que tiene una porosidad seleccionada, en espiral sobre ella misma en múltiples capas que se traslapan para formar una segunda banda (62) de un grosor radial seleccionado alrededor de la superficie exterior de la primera banda (61); que incluye opcionalmente, además, enrollar en espiral simultáneamente con la segunda tira no tejida, una segunda tira de inserción que tiene una porosidad diferente de esa de la tira no tejida, de manera que la segunda tira de inserción se coloca dentro de la segunda banda en múltiples capas.
- 50 17. Un método de filtración que comprende:
- proporcionar un elemento de filtro de la reivindicación 1 que tiene una tira no tejida (611) porosa que se enrolla en espiral sobre ella misma en múltiples capas que se traslapan para formar una banda (61) de un grosor radial seleccionado, una tira de inserción (651) que tiene una porosidad menos permeable que esa de la tira no tejida (611) y que se coloca como capas adyacentes que se traslapan intercaladas dentro de la banda (61), y una ruta de flujo de fluido (66) sustancialmente definida por la tira de inserción (651);
- 55 permitir que el flujo de fluido migre sustancialmente de manera radial dentro del elemento de filtro (60) hacia la tira de inserción (651);
- 60 impartir al flujo de fluido un patrón de flujo desde sustancialmente de manera radial a sustancialmente de manera axial a lo largo y a través del elemento de filtro (60), para remover ciertos contaminantes del flujo de

fluido; y

permitir que el fluido tratado salga del elemento de filtro (60);

en donde el método incluye opcionalmente, además, al menos uno de los siguientes:

- 5 en donde el paso de permitir incluye atrapar, dentro de la tira no tejida (611), partículas de tamaño relativamente más grande que las atrapadas dentro de la tira de inserción (651);
- 10 reducir, con el paso del tiempo, la permeabilidad de la tira de inserción (651) a medida que partículas adicionales quedan atrapadas en la misma, de manera que sustancialmente todo el flujo de fluido se fuerza eventualmente a fluir axialmente a lo largo de las capas que se traslapan de la tira de inserción (651);
- 15 en donde el paso de impartir incluye dirigir una cantidad del flujo de fluido en una dirección sustancialmente axial a lo largo de las capas que se traslapan de la tira de inserción (651); o
- en donde el paso de dirigir incluye impartir, mediante impacto inercial o movimiento browniano de las partículas en el flujo de fluido, una capacidad para remover las partículas de tamaño relativamente más pequeño que el tamaño de poro en el elemento de filtro (60).

1/7

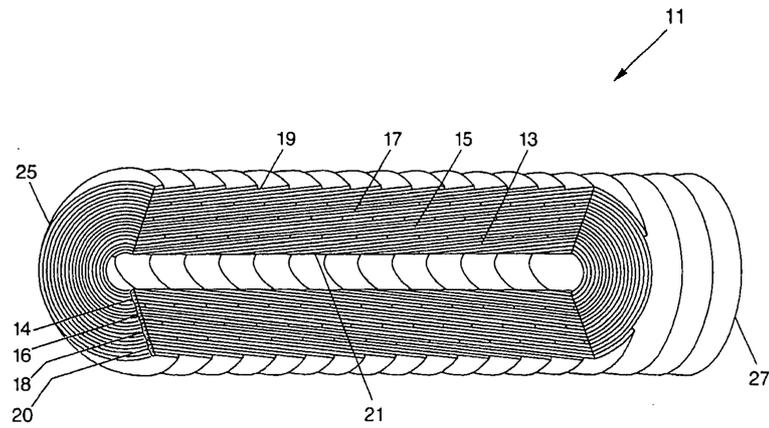


Fig. 1

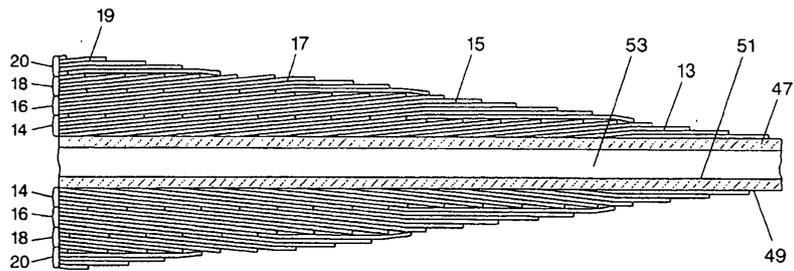


Fig. 2

2/7

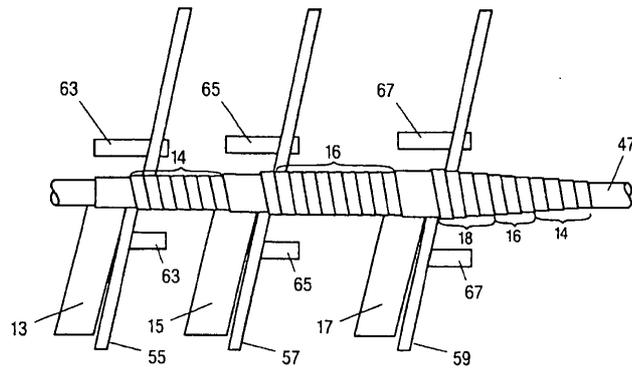
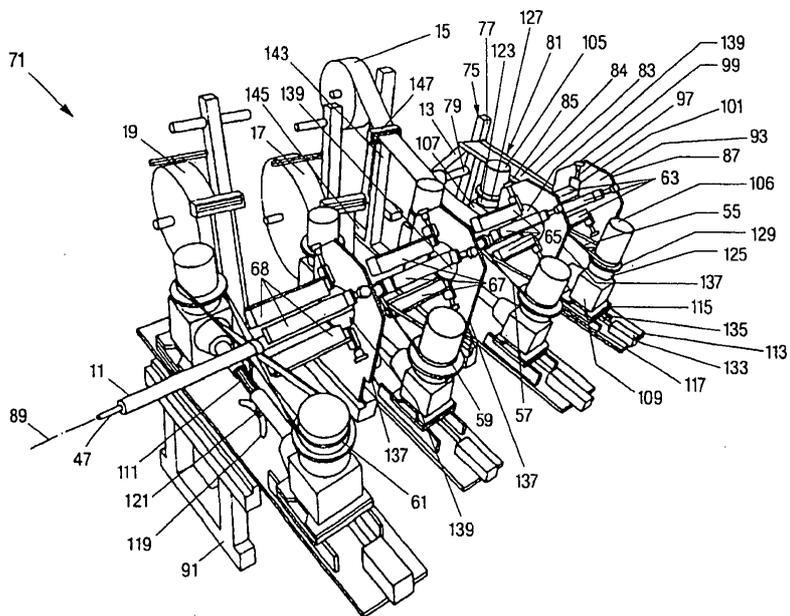


Fig. 3



3/7

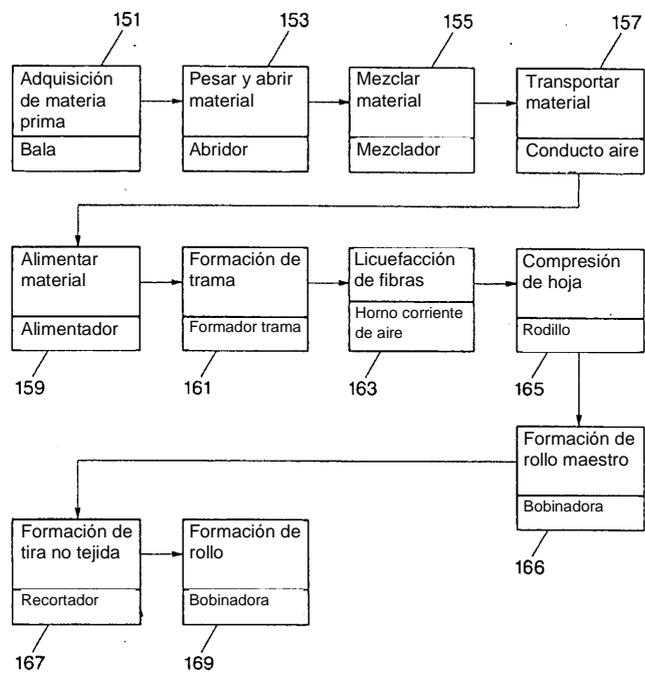


Fig. 5

4/7

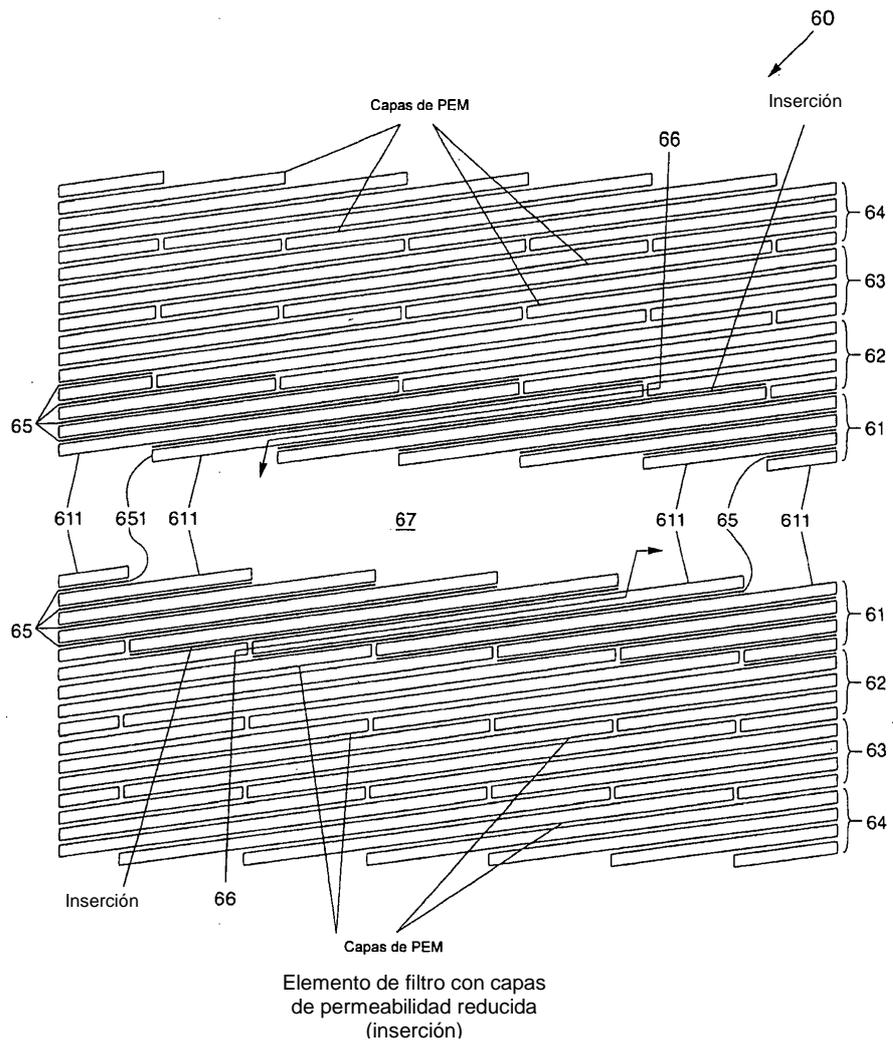


Fig. 6A

5/7

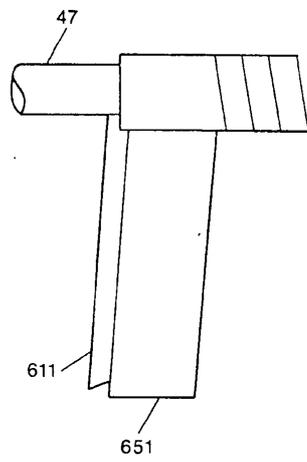


Fig. 6B

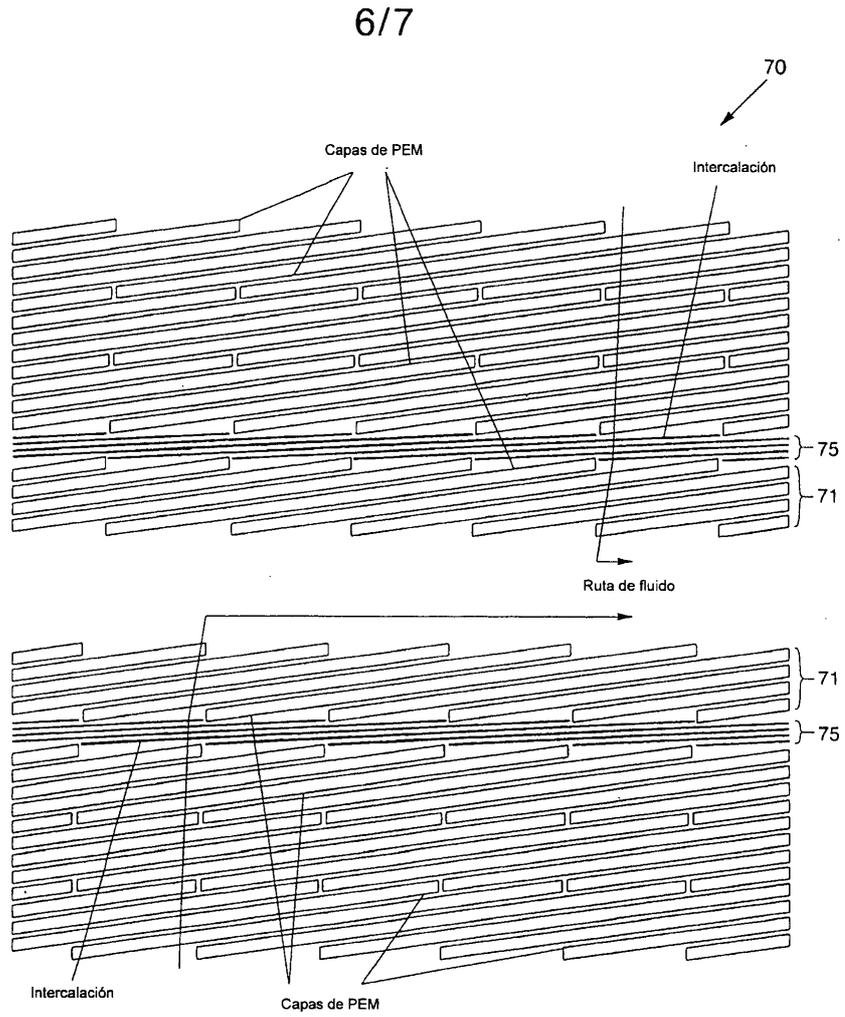


Fig. 7

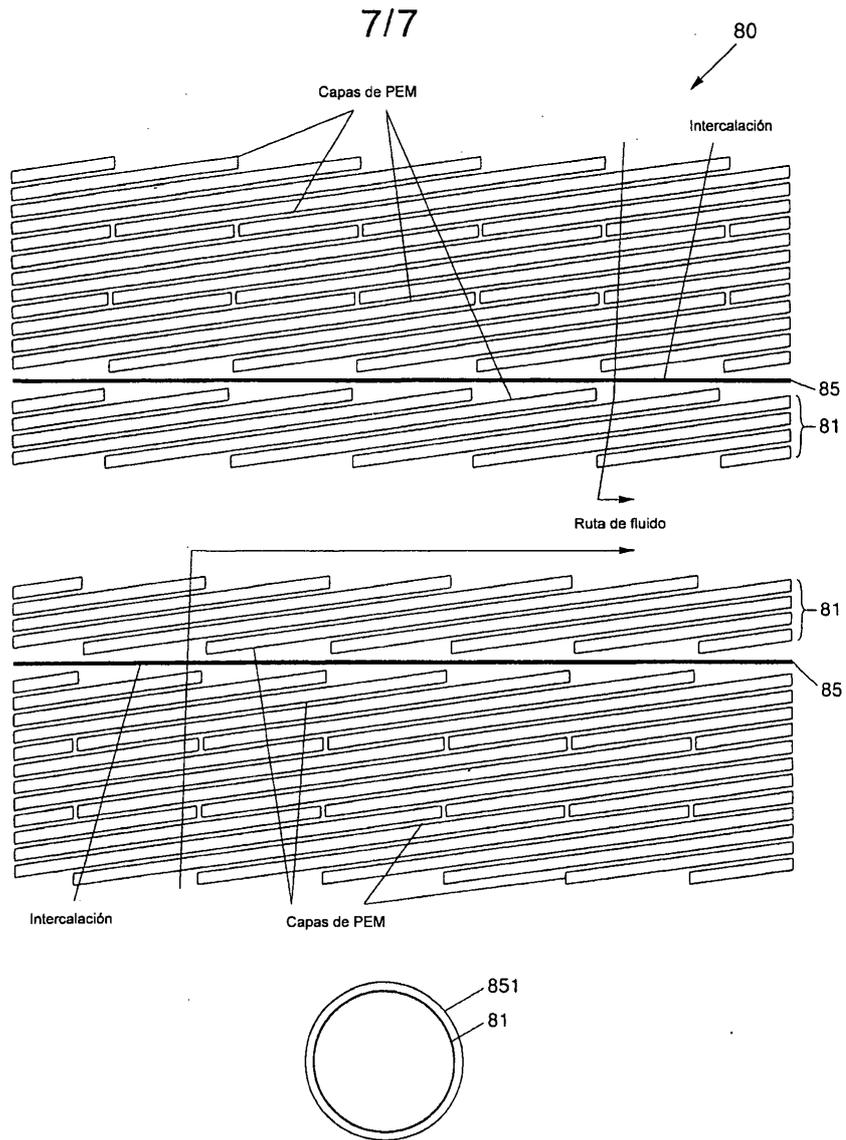


Fig. 8