

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 686**

51 Int. Cl.:

**B01D 46/52** (2006.01)  
**B01D 29/21** (2006.01)  
**B01D 29/35** (2006.01)  
**B01D 29/33** (2006.01)  
**B01D 29/11** (2006.01)  
**B01D 46/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2006 PCT/US2006/007469**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.09.2006 WO06096466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2006 E 06736736 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 1858620**

54 Título: **Método para preparar paquetes corrugados de tratamiento de fluidos**

30 Prioridad:

**04.03.2005 US 658163 P**

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

**17.02.2020**

73 Titular/es:

**PALL CORPORATION (100.0%)  
25 Harbor Park Drive  
Port Washington, NY 11050, US**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, THOMAS y  
GEIBEL, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 742 686 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**

Método para preparar paquetes corrugados de tratamiento de fluidos

**Descripción de la invención**

5 La presente invención se refiere a un método para preparar paquetes de tratamiento de fluidos que pueden usarse para purificar, separar y/o concentrar diversos fluidos y/o componentes de fluidos. Los fluidos pueden incluir líquidos, gases y mezclas y otras combinaciones de líquidos, gases y/o sólidos.

10 La patente de EE.UU. 2.186.440 describe una unidad de filtración y un método para preparar la misma. La unidad de filtración comprende un tubo de malla de alambre ranurado en espiral posicionado entre un material de filtración y una estructura de alambre espiral para apoyar al material de filtración contra el colapso. El método de esta referencia incluye las etapas de ondular un tubo de malla de alambre cilíndrico sobre un mandril rotatorio con una ranura espiral para formar un tubo de malla ranurado en espiral, enroscar el tubo de malla de alambre ranurado en espiral sobre la estructura de alambre espiral y desengranar el mismo del mandril; deslizar un tubo cilíndrico de material de filtración sobre el tubo de malla de alambre ranurado en espiral y tirar del mismo hacia la ranura espiral del tubo de malla de alambre mediante un alambre.

15 De acuerdo con la invención, un método para preparar un paquete de tratamiento de fluidos comprende formar una estructura porosa sobre un mandril moldeado que tiene un eje longitudinal y al menos una corrugación helicoidal, que incluye formar respectivamente una primera y segunda regiones porosas que se extienden helicoidalmente sobre una primera y segunda regiones inclinadas que se extienden helicoidalmente de la corrugación helicoidal, intersecándose la primera y segunda regiones inclinadas una con otra a lo largo de una cresta del mandril que se extiende helicoidalmente y un valle del mandril que se extiende helicoidalmente, y extendiéndose la primera y segunda regiones porosas una en otra a lo largo de uno de una cresta que se extiende helicoidalmente y un valle que se extiende helicoidalmente para formar una estructura porosa corrugada helicoidalmente, tubular, como se expone en la reivindicación 1.

20 El paquete de tratamiento de fluidos comprende una estructura porosa que tiene una configuración tubular y un eje longitudinal, teniendo la estructura porosa al menos una corrugación que se extiende helicoidalmente que incluye una primera y segunda regiones porosas que se extienden helicoidalmente, extendiéndose la primera y segunda regiones porosas una en otra a lo largo de uno de una cresta que se extiende helicoidalmente y un valle que se extiende helicoidalmente.

25 De acuerdo con la invención, un método para preparar un paquete de tratamiento de fluidos comprende depositar fibras para formar una estructura fibrosa no tejida sobre un mandril moldeado que tiene un eje longitudinal y al menos una corrugación helicoidal, que incluye formar respectivamente una primera y segunda redes no tejidas sobre una primera y segunda regiones inclinadas que se extienden helicoidalmente de la corrugación helicoidal, intersecándose la primera y segunda regiones inclinadas una con otra a lo largo de uno de una cresta del mandril que se extiende helicoidalmente y un valle del mandril que se extiende helicoidalmente, y extendiéndose la primera y segunda redes una en otra a lo largo de una cresta que se extiende helicoidalmente y un valle que se extiende helicoidalmente para formar una estructura fibrosa corrugada helicoidalmente, tubular, porosa.

30 El paquete de tratamiento de fluidos se proporciona comprendiendo una estructura fibrosa no tejida, sin costuras, porosa, que tiene una configuración tubular y un eje longitudinal, teniendo la estructura fibrosa al menos una corrugación que se extiende helicoidalmente que incluye una primera y segunda redes que se extienden helicoidalmente, extendiéndose la primera y segunda redes una en otra a lo largo de uno de una cresta que se extiende helicoidalmente y un valle que se extiende helicoidalmente.

35 Los paquetes y elementos de tratamiento de fluidos preparados por el método para preparar paquetes y elementos de tratamiento de fluidos de acuerdo con uno o más aspectos de la presente invención tienen muchas ventajas. Por ejemplo, los paquetes y elementos de tratamiento de fluidos proporcionan una gran área de superficie disponible para el tratamiento de fluidos por unidad de longitud del paquete de tratamiento de fluidos, y minimizan vías de fuga potenciales dentro del paquete. Adicionalmente, pueden producirse paquetes y elementos de tratamiento de fluidos que tengan cualquier longitud deseada, corrugaciones de cualquier profundidad deseada y una amplia variedad de características de tratamiento, por métodos que son sencillos y fiables.

**Breve descripción de los dibujos**

50 La Figura 1 es una vista lateral de una porción de un paquete de tratamiento de fluidos con una corrugación helicoidal.

La Figura 2 es una vista lateral de una porción de un paquete de tratamiento de fluidos con corrugaciones helicoidales múltiples.

La Figura 3 es una vista en sección de una porción del paquete de tratamiento de fluidos de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista lateral de una porción de un paquete de tratamiento de fluidos con corrugaciones

circunferenciales.

La Figura 5 es una vista lateral de una porción de otro paquete de tratamiento de fluidos con corrugaciones circunferenciales.

5 La Figura 6 es una vista lateral de una porción de otro paquete de tratamiento de fluidos con corrugaciones circunferenciales.

La Figura 7 es una vista lateral de una porción de otro paquete de tratamiento de fluidos con corrugaciones helicoidales.

La Figura 8a es una vista lateral de una porción de otro paquete de tratamiento de fluidos.

La Figura 8b es una vista en sección parcial de una porción del paquete de tratamiento de fluidos de la Figura 8a.

10 La Figura 9a es una vista lateral de una porción de otro paquete de tratamiento de fluidos.

La Figura 9b es una vista en sección parcial de una porción del paquete de tratamiento de fluidos de la Figura 9a.

La Figura 10 es una vista en sección de una porción de un paquete de tratamiento de fluidos que tiene regiones múltiples.

La Figura 11 es una vista en sección de una porción de un mandril moldeado.

15 **Descripción de realizaciones**

Los paquetes de tratamiento de fluidos pueden estructurarse de muchas maneras diferentes. Algunos paquetes de tratamiento de fluidos pueden incluir una estructura porosa corrugada, generalmente tubular, que comprende una región de tratamiento de fluidos tal como un medio de separación o de filtro, un medio de captura, o un medio coalescente. La estructura porosa comprende además un eje longitudinal y una o más corrugaciones que incluyen una o más crestas y uno o más valles. Cada corrugación puede comprender una primera y segunda regiones porosas que se extienden una en otra, p.ej., que se mezclan de manera continua una en otra, en una cresta y/o un valle. La(s) cresta(s), valle(s) y corrugación(es), que incluyen la primera y segunda regiones porosas, pueden extenderse helicoidalmente o circunferencialmente en relación al eje longitudinal de la estructura porosa. El fluido a ser tratado por el paquete de tratamiento de fluidos puede ser dirigido de fuera adentro o de dentro afuera a través de la estructura porosa y la región de tratamiento de fluidos, y el fluido que fluye a través de la estructura porosa y la región de tratamiento de fluidos puede ser tratado de cualquiera de una amplia variedad de maneras. Por ejemplo, la región de tratamiento de fluidos puede disponerse para retirar partículas del fluido, para coalescer y/o separar una fase del fluido de otra fase del fluido, o para unir físicamente y/o químicamente una o más sustancias en el fluido.

30 Se muestra un ejemplo de un paquete 10 de tratamiento de fluidos en la Figura 1. El paquete 10 de tratamiento de fluidos puede incluir una estructura 12 fibrosa corrugada, p.ej., no tejida, generalmente tubular, que tiene un eje longitudinal, una región 11 de tratamiento de fluidos, una cresta 14 que se extiende helicoidalmente y un valle 16 que se extiende helicoidalmente. La estructura 12 fibrosa corrugada puede definir solo una corrugación 18 que se extiende helicoidalmente que comprende una primera y segunda redes 20, 22 adyacentes que se extienden helicoidalmente a lo largo del eje de la estructura 12 fibrosa y que se extienden una en otra a lo largo de la cresta 14 y a lo largo del valle 16.

35 Se muestra un ejemplo de otro paquete 10 de tratamiento de fluidos en las Figuras 2 y 3. El paquete 10 de tratamiento de fluidos puede incluir una estructura 12 fibrosa corrugada que tiene una región 11 de tratamiento de fluidos, una primera y segunda corrugaciones 18, 18a adyacentes que se extienden helicoidalmente, una primera y segunda crestas 14, 14a que se extienden helicoidalmente, y un primer y segundo valles 16, 16a que se extienden helicoidalmente. La primera corrugación 18 que se extiende helicoidalmente puede incluir una primera y segunda redes 20, 22 adyacentes que se extienden a lo largo del eje de la estructura 12 fibrosa y que se extienden una en otra a lo largo de la primera cresta 14. La segunda corrugación 18a que se extiende helicoidalmente puede incluir una primera y segunda redes 20a, 22a adyacentes, que se extienden a lo largo del eje de la estructura 12 fibrosa y que se extienden una en otra a lo largo de la segunda cresta 14a. Las redes 20, 22 de la primera corrugación 18 que se extiende helicoidalmente pueden extenderse en las redes 20a, 22a adyacentes de la segunda corrugación 18a que se extiende helicoidalmente a lo largo de los valles 16, 16a. Otras realizaciones de hélices múltiples pueden incluir más que dos corrugaciones que se extienden helicoidalmente. Por ejemplo, el paquete de tratamiento de fluidos puede incluir una tercera o una cuarta corrugación que se extiende helicoidalmente.

50 Se muestra otro ejemplo de un paquete 10 de tratamiento de fluidos en la Figura 4. El paquete 10 de tratamiento de fluidos ilustrado en la Figura 4 puede incluir una estructura 12 fibrosa corrugada generalmente tubular que tiene un eje longitudinal, una región 11 de tratamiento de fluidos, una pluralidad de crestas 14 que se extienden circunferencialmente, una pluralidad de valles 16 que se extienden circunferencialmente, y una pluralidad de corrugaciones 18 que se extienden circunferencialmente. En los paquetes que incluyen corrugaciones que se extienden circunferencialmente, cada corrugación 18 puede comprender una primera y segunda redes 20, 22

adyacentes que se extienden circunferencialmente alrededor del eje de la estructura 12 fibrosa y se extienden una en otra a lo largo de una cresta 14 o un valle 16 que se extienden circunferencialmente. En el paquete ilustrado en la Figura 4, la primera y segunda redes 20, 22 adyacentes de una corrugación pueden extenderse una en otra a lo largo de una cresta 14 y pueden extenderse en redes adyacentes de corrugaciones 18 adyacentes a lo largo de un valle 16. Alternativamente, la primera y segunda redes 20, 22 adyacentes pueden extenderse una en otra a lo largo de un valle 16 y en redes adyacentes de corrugaciones 18 adyacentes a lo largo de una cresta 14.

Tanto para los paquetes helicoidales como los circunferenciales, las corrugaciones 18 que incluyen las crestas 14 y los valles 16 pueden configurarse de manera diversa. Las crestas 14 y los valles 16 pueden posicionarse en cualquier distancia radial adecuada desde el eje longitudinal del paquete de tratamiento de fluidos. Por ejemplo, las crestas 14 pueden tener una distancia radial ( $r_c$ ) de aproximadamente 0,63 centímetros (1/4 de pulgada) o menos a aproximadamente 30,5 centímetros (12 pulgadas) o más desde el eje longitudinal de la estructura 12 fibrosa. Los valles 16 pueden tener una distancia radial ( $r_v$ ) de aproximadamente 0,32 centímetros (1/8 de pulgada) o menos a aproximadamente 20,3 centímetros (8 pulgadas) o más desde el eje longitudinal de la estructura 12 fibrosa. En los paquetes mostrados, por ejemplo, en las Figuras 1-4, todas las crestas 14 tienen las mismas distancias radiales  $r_c$  desde el eje longitudinal, y todos los valles 16 tienen la misma distancia radial  $r_v$  desde el eje longitudinal. Sin embargo, en algunos paquetes algunas crestas pueden tener una distancia radial desde el eje longitudinal que es diferente de la distancia radial desde el eje longitudinal de otras crestas. De manera similar, algunos valles pueden tener una distancia radial desde el eje longitudinal que es diferente de la distancia radial desde el eje longitudinal de otros valles. Por ejemplo, en las corrugaciones circunferenciales ilustradas en la Figura 5, las crestas 14 adyacentes tienen distancias radiales diferentes desde el eje longitudinal ( $r_{c1}$ ,  $r_{c2}$ ). Tanto para los paquetes helicoidales como los circunferenciales, cualquiera de las crestas puede tener una distancia radial desde el eje longitudinal igual a o diferente de la distancia radial de cualquier otra cresta. De manera similar, cualquiera de los valles puede tener una distancia radial desde el eje longitudinal igual a o diferente de la distancia radial de cualquier otro valle. Además, la distancia radial desde el eje longitudinal puede ser constante a lo largo de una única cresta y/o valle, como se muestra en las Figuras, o puede variar a lo largo de una única cresta y/o valle.

La primera y segunda redes 20, 22 que comprenden las corrugaciones 18 pueden tener cualquier anchura ( $w$ ) adecuada, es decir, la distancia a lo largo de la superficie de la red entre una cresta 14 y un valle 16 adyacentes. Por ejemplo, las redes 20, 22 pueden tener una anchura en el intervalo de aproximadamente 0,25 centímetros (0,1 pulgadas) o menos a aproximadamente 12,7 centímetros (5 pulgadas) o más. La primera y segunda redes 20, 22 pueden tener anchuras iguales o diferentes. Por ejemplo, en las realizaciones ilustradas en las Figuras 1 y 2, la primera y segunda redes 20, 22 pueden tener anchuras sustancialmente iguales. En un paquete ilustrado en la Figura 6, la anchura ( $w_1$ ) de una red, p.ej., la primera red 20, puede ser mayor que la anchura ( $w_2$ ) de la otra red, p.ej., la segunda red 22. Las realizaciones que incluyen redes que se extienden helicoidalmente también pueden tener una primera y segunda redes de anchuras diferentes. Adicionalmente o alternativamente, las redes de algunas corrugaciones pueden tener anchuras diferentes que las redes de otras corrugaciones. Por ejemplo, en la realización ilustrada en la Figura 7, la estructura fibrosa incluye una primera y segunda corrugaciones 18, 18a. La primera corrugación 18 incluye una primera y segunda redes 20, 22 que se extienden una en otra en la cresta 14, y tienen anchuras ( $w$ ) iguales. La segunda corrugación 18a incluye una primera y segunda redes 20a, 22a que tienen anchuras ( $w_a$ ) iguales. Sin embargo, como se ve en la Figura 7, la anchura ( $w$ ) de la primera y segunda redes 20, 22 de la primera corrugación 18 es diferente de la anchura ( $w_a$ ) de la primera y segunda redes 20a, 22a de la segunda corrugación 18a.

En muchos paquetes helicoidales y circunferenciales, la estructura 12 fibrosa corrugada del paquete de tratamiento de fluidos puede colapsarse para producir corrugaciones anidadas o puede colapsarse o estirarse o ni colapsarse ni estirarse para producir corrugaciones no anidadas. Algunas realizaciones pueden incluir una estructura fibrosa corrugada que tiene grupos de corrugaciones tanto anidadas como no anidadas. Para corrugaciones 18 no anidadas, como se muestra en la Figura 8a, las proyecciones de las crestas 14 y los valles 16 sobre el eje longitudinal de la estructura 12 fibrosa pueden formar una progresión uniforme o no uniforme a lo largo del eje, como se muestra en la Figura 8b. La proyección de una cresta 14 está en medio de las proyecciones de los valles 16 adyacentes, y viceversa. Para corrugaciones anidadas, como se muestra en la Figura 9a, la proyección de una cresta 14 puede estar fuera de las proyecciones de los valles 16 adyacentes, y viceversa. Ventajosamente, colapsar la estructura 12 corrugada con o sin anidar las corrugaciones puede proporcionar un área de superficie aumentada por unidad de longitud del paquete de tratamiento de fluidos sobre paquetes de tratamiento de fluidos no colapsados. Por ejemplo, en una realización helicoidal, la estructura fibrosa corrugada puede colapsarse hasta aproximadamente o menos que 1/5 del tamaño de la estructura fibrosa corrugada no colapsada.

Las corrugaciones no anidadas pueden comprender redes curvadas o rectas que pueden estar en contacto superficial o no con redes adyacentes, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 8a y 8b. En algunas realizaciones, al menos una porción de una o más redes puede estar en contacto con una red adyacente. Algunas corrugaciones no anidadas pueden tener una profundidad ( $d$ ) igual a la diferencia entre la distancia radial desde el eje longitudinal del paquete de tratamiento de fluidos a la cresta y la distancia radial desde el eje longitudinal del paquete de tratamiento de fluidos al valle ( $r_c - r_v$ ).

Las corrugaciones anidadas pueden comprender redes no radiales curvadas o rectas que pueden contactar o no con una red adyacente a lo largo de una porción de la superficie de la red. Adicionalmente o alternativamente, las corrugaciones anidadas pueden tener algunas redes, pero no todas, en contacto superficial con redes adyacentes.

Una realización ilustrativa de una estructura 12 fibrosa colapsada que incluye corrugaciones 18 anidadas se muestra en las Figuras 9a y 9b. Como se ve en las Figuras 9a y 9b, las redes 20, 22 son curvadas y están en contacto con redes adyacentes a lo largo de algo de la superficie de la red. Las corrugaciones anidadas pueden tener una profundidad (d) igual a la distancia desde una cresta a los valles correspondientes entre y en una dirección generalmente paralela a las superficies de las redes adyacentes. Los paquetes de tratamiento de fluidos que incluyen corrugaciones anidadas pueden incluir corrugaciones más profundas que los paquetes de tratamiento de fluidos no anidados y no colapsados. En algunas estructuras las corrugaciones 18 que incluyen una primera y segunda redes 20, 22 que tienen anchuras de red diferentes, tales como las corrugaciones ilustradas en la Figura 6, pueden facilitar la anidación de corrugaciones 18 adyacentes. Sin embargo, las estructuras fibrosas que incluyan una primera y segunda redes que tengan anchuras iguales también pueden colapsarse para formar corrugaciones anidadas.

La estructura fibrosa tubular que incluye las redes puede comprender solo una región de tratamiento de fluidos, o alternativamente puede incluir una o más regiones además de la región de tratamiento de fluidos. Las regiones adyacentes pueden contactar unas con otras sin estar fijadas unas a otras. Alternativamente, las regiones adyacentes pueden contactar unas con otras y pueden estar fijadas unas a otras, por ejemplo, enmarañando mecánicamente o uniendo las fibras de una región a las fibras de la región adyacente. Muchas estructuras fibrosas pueden incluir una o más regiones de drenaje en uno o ambos lados de la región de tratamiento de fluidos. Las regiones de drenaje pueden permitir que el fluido fluya uniformemente hacia o desde sustancialmente todas las porciones de redes adyacentes, incluso si superficies opuestas de las redes contactan unas con otras. Por ejemplo, en realizaciones que incluyen corrugaciones anidadas, y particularmente para corrugaciones anidadas estrechamente, las redes adyacentes pueden estar en contacto unas con otras. Pueden disponerse regiones de drenaje a lo largo del exterior de la región de tratamiento de fluidos de la estructura fibrosa, p.ej., el lado corriente arriba cuando el flujo de fluido es de fuera adentro o el lado corriente abajo cuando el flujo de fluido es de dentro afuera, y/o puede disponerse a lo largo del interior de la región de tratamiento de fluidos de la estructura fibrosa, p.ej., el lado corriente abajo cuando el flujo de fluido es de fuera adentro o el lado corriente arriba cuando el flujo de fluido es de dentro afuera. Como se ve en la Figura 10, una estructura 12 fibrosa anidada, colapsada, puede incluir una primera región 30 de drenaje, una región 11 de tratamiento de fluidos, y una segunda región 34 de drenaje a lo largo de cada red 20, 22. Las regiones 32, 34 de drenaje pueden tener una resistencia en los bordes al flujo de fluido más baja que la región 11 de tratamiento de fluidos, por ejemplo, teniendo una estructura más abierta, tal como un tamaño de poro más grueso. El fluido fluye entonces fácilmente hacia dentro y/o hacia fuera de las corrugaciones 18 por los bordes a lo largo de las regiones 32, 34 de drenaje, y se distribuye de manera más completa a lo largo de la región 11 de tratamiento de fluidos, incluso profundamente dentro de una corrugación cuando las redes 20, 22 están en contacto unas con otras.

La estructura fibrosa tubular puede incluir regiones adicionales. Por ejemplo, la estructura fibrosa tubular puede incluir también una o más regiones de soporte internas no tejidas dispuestas a lo largo de las redes, en el interior y/o el exterior de la estructura fibrosa. La región de soporte puede proporcionar fuerza física a la estructura fibrosa para resistir fuerzas axiales, flexionales o torsionales e impedir que la estructura fibrosa colapse hacia dentro o se expanda hacia fuera bajo fuerzas radiales durante el uso. La región de soporte también puede proporcionar ventajosamente algún tratamiento de fluidos, p.ej., prefiltración, del fluido.

Los paquetes de tratamiento de fluidos pueden prepararse de una amplia variedad de maneras. El método para preparar un paquete de tratamiento de fluidos según la invención comprende depositar fibras sobre un mandril moldeado para formar una estructura fibrosa corrugada, tubular, porosa, no tejida. Se ilustra un ejemplo de un mandril moldeado en la Figura 11. El mandril 40 moldeado ilustrado incluye una primera y segunda regiones 42, 44 inclinadas que se extienden helicoidalmente que se intersecan una con otra a lo largo de una cresta 46 de mandril que se extiende helicoidalmente y/o un valle 48 de mandril que se extiende helicoidalmente. El mandril puede tener un diseño de hélice única o múltiple. El mandril moldeado puede incluir crestas y valles que se extienden helicoidalmente y que tienen cualquier distancia radial adecuada desde el eje longitudinal del mandril. Las crestas y valles pueden tener distancias radiales iguales o no iguales, y las regiones inclinadas pueden tener cualquier anchura adecuada (distancia a lo largo de la superficie del mandril entre una cresta y un valle adyacente), siendo las anchuras iguales o diferentes para diferentes porciones del mandril. Además, las regiones inclinadas pueden ser rectas o curvadas y pueden extenderse en cualquier ángulo deseado al eje longitudinal del mandril.

El mandril moldeado puede comprender cualquier material adecuado. Por ejemplo, el mandril moldeado puede comprender un metal, tal como acero inoxidable, o un material polimérico, tal como polipropileno, formado para incluir las crestas y valles. El mandril puede tener una configuración en una pieza o una configuración multipieza. Por ejemplo, el mandril puede comprender segmentos extensibles radialmente que pueden retraerse para facilitar la retirada de la estructura fibrosa. En otras realizaciones, el mandril puede ser un mandril cilíndrico estándar que tiene una forma, p.ej., una forma triangular, enrollada alrededor del mandril cilíndrico para formar las crestas y valles. La forma puede ser rígida o puede ser inflable y desinflable para facilitar la retirada de la estructura fibrosa. El mandril también puede incluir un revestimiento, p.ej., un revestimiento no pegajoso, tal como un revestimiento de Teflon®, para facilitar la retirada de la estructura fibrosa del mandril. El mandril puede ser hueco o sólido, aunque puede preferirse un mandril hueco en algunas realizaciones para reducir el peso y coste del mandril.

Depositar fibras sobre un mandril que tiene una configuración tubular, por ejemplo, por hilado, p.ej., hilado en estado de fusión, incluyendo soplado en estado de fusión, hilado en seco o hilado en húmedo, produce ventajosamente una estructura fibrosa que tiene una configuración tubular que corresponde a la configuración del mandril. Aunque los

paquetes de tratamiento de fluidos pueden incluir una o más costuras, el paquete de tratamiento de fluidos y la estructura fibrosa pueden formarse sin el uso de costuras, incluyendo, por ejemplo, costuras que se extienden axialmente, helicoidalmente o circunferencialmente. Los paquetes de tratamiento de fluidos sin costuras pueden reducir las vías de fuga potenciales dentro del paquete de tratamiento de fluidos y, por lo tanto, pueden preferirse.

5 En muchas realizaciones, formar una red no tejida en un mandril moldeado puede incluir fundir y extruir uno o más materiales formadores de fibra. Sin embargo, en algunas realizaciones, en lugar de fundir un material formador de fibra, puede disolverse el material en un disolvente adecuado y extruirse. Puede usarse cualquier número de materiales formadores de fibra para producir la estructura fibrosa de la presente invención. Los materiales formadores de fibra ilustrativos incluyen materiales poliméricos, tales como poliamidas, poliacrilonitrilo, poliésteres, tales como  
10 ésteres de etilenglicol y ácido tereftálico, y de 1,4-butenodiol y ácido dimetiltereftálico o ácido tereftálico, policlorotrifluoroetileno, poli(cloruro de vinilideno), poli(cloruro de vinilo), copolímeros de cloruro de vinilo y acetato de vinilo, polivinilbutiral, poli(acetato de vinilo), poliestireno, poliuretanos, polipropileno, polietileno, polisulfona, polimetilpenteno, policarbonato, poliisobutileno y polibencimidazol, nylon 6, nylon 66, nylon 612, nylon 11 y un copolímero de poliamida-poliéter, tal como un copolímero de poliamida/poli(óxido de alquileno)-diamina, p.ej., un  
15 copolímero de nylon 6 descrito como "80% de nylon 6 con 20% de poli(óxido de etileno)-diamina". También son adecuados derivados de celulosa, tales como acetato de celulosa, propionato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, acetato-propionato de celulosa, acetato-butilato de celulosa y butirato de celulosa.

El material formador de fibra puede extruirse usando una boquilla de hilado que contiene una o más toberas de extrusión individuales. Puede usarse cualquier boquilla de hilado convencional. Tales boquillas están disponibles y son bien conocidas en la técnica del hilado de fibras. Se entenderá que la expresión "boquilla de hilado" incluye toberas de hilado, hiladoras, reservorios cubiertos con una placa que incluye una pluralidad de orificios en cualquier tamaño y patrón deseado, y centrifugas o rotores que tienen una pluralidad de orificios alrededor de su periferia, a través de los cuales las fibras son hiladas por fuerza centrífuga. También se incluyen fibrizadores, ruedas y discos rotatorios, y materiales similares. El método de la invención incluye depositar las fibras para formar la red no tejida en el mandril mientras las toberas y el mandril son rotados relativamente. Por ejemplo, el mandril puede rotar a una velocidad adecuada, p.ej., en un intervalo de aproximadamente 30 rpm a aproximadamente 1.000 rpm, p.ej., de aproximadamente 50 a aproximadamente 700 rpm, mientras las toberas están estacionarias o viceversa.

Una boquilla puede incluir cualquier número adecuado de toberas, que pueden estar dispuestas en una única línea, o las toberas pueden estar desalineadas unas de otras. Las toberas pueden estar espaciadas unas de otras cualquier distancia adecuada, por ejemplo una distancia en el intervalo de aproximadamente 0,4 cm o menos a aproximadamente 1,5 cm o más, y en algunas realizaciones de aproximadamente 0,6 a aproximadamente 1,2 cm. En algunas realizaciones, pueden utilizarse matrices de toberas de filas múltiples. Por ejemplo, la boquilla puede incluir dos, tres, cuatro o incluso más filas de toberas. Las filas de toberas múltiples pueden orientarse de cualquier manera adecuada. Orientar las toberas para producir corrientes de fibras cruzadas puede ser ventajoso en algunas realizaciones, por ejemplo como se describe en la patente de EE.UU. N° 6.074.869.

Las boquillas de hilado pueden incluir toberas posicionadas a cualquier distancia adecuada desde el mandril. En algunas realizaciones, las toberas pueden estar espaciadas de aproximadamente 1,5 cm o menos a aproximadamente 15 cm o más, y más preferiblemente de aproximadamente 2 cm a aproximadamente 12 cm del mandril. En muchas realizaciones, debido a la forma del mandril, la distancia entre las toberas y el mandril difiere a lo largo de la longitud del mandril. Por ejemplo, el mandril puede incluir al menos una cresta y al menos un valle, en donde la distancia entre una tobera y una cresta es diferente de la distancia entre una tobera y un valle. Sin embargo, en algunas realizaciones, las toberas pueden disponerse de tal modo que la distancia entre una tobera y una cresta sea igual a la distancia entre una tobera y un valle.

En muchas realizaciones, según salen las fibras de la tobera se ponen en contacto con una corriente de gas. Por ejemplo, la corriente de gas puede atenuar las fibras y llevarlas en la dirección del mandril. En algunas realizaciones, tal como cuando las fibras son sopladas en estado de fusión, la corriente de gas puede configurarse para romper e interrumpir las fibras en trozos discontinuos según salen de la tobera. Los trozos de las fibras pueden ser alterados ajustando la velocidad y volumen de la corriente de gas. En otras realizaciones, tal como en aplicaciones de hilado en estado de fusión, la corriente de gas puede atenuar sin interrumpir las fibras, de tal modo que las fibras pueden alcanzar el mandril con una porción fundida unida aún a la tobera, p.ej., como filamentos continuos. Por tanto, se entenderá que el término "fibras" incluye filamentos así como fibras más cortas. La corriente de gas también puede ser calentada para retrasar el enfriamiento de las fibras fundidas, o puede ser enfriada para acelerar el enfriamiento de las fibras y alterar de este modo su velocidad de solidificación. Por ejemplo, si las fibras se mantienen más calientes durante más tiempo (p.ej., con una corriente de gas calentada), la atenuación es aumentada, y si las fibras son enfriadas más rápidamente (p.ej., con una corriente de gas enfriada) la atenuación es disminuida. Por tanto, puede obtenerse algún control sobre la longitud y diámetro de las fibras. En otras realizaciones, tal como cuando las fibras son hiladas en seco, la corriente de gas puede facilitar la evaporación del disolvente para solidificar las fibras.

La corriente de gas puede ser dirigida en cualquiera de numerosas orientaciones con respecto a las fibras. En algunas realizaciones, la corriente de gas puede ser dirigida generalmente en la dirección de proyección de las fibras. Por ejemplo, la corriente de gas puede ser emitida a través de aberturas dispuestas circunferencialmente alrededor de los orificios individuales o una matriz de los mismos. Las aberturas pueden ser adaptadas para descargar el gas a una

velocidad alta, pero controlada, a lo largo del eje central del orificio. En otras realizaciones, la corriente de gas puede ser dirigida en la dirección generalmente perpendicular a la proyección de las fibras. Como se expuso anteriormente, se conocen bien en la técnica del hilado de fibras boquillas convencionales que incluyen disposiciones de suministro de gas.

5 En algunas realizaciones, la corriente de gas puede contactar con un polímero fundido antes de que salga de la tobera, fragmentando la corriente de polímero en pequeñas gotitas que son llevadas después fuera de la tobera y alargadas hasta fibras por la corriente de aire. Las fibras formadas de acuerdo con tal realización pueden tener una orientación más controlada que fibras que son interrumpidas externamente a la tobera. Se proporciona una descripción detallada de tal procedimiento y una configuración de tobera adecuada en la patente de EE.UU. N° 6.074.869.

10 En algunas realizaciones, depositar fibras para formar una red no tejida sobre un mandril moldeado puede incluir extruir fibras usando más que una boquilla de hilado. Por ejemplo, en una realización, puede disponerse al menos una boquilla adicional en relación espaciada de la(s) otra(s) boquilla(s). Las fibras extruidas a través de la(s) boquilla(s) adicional(es) pueden salir de la boquilla adicional y ser presentadas a la corriente de fibras de la(s) otra(s) boquilla(s), antes de o después de ser depositadas sobre el mandril moldeado. Las corrientes de fibras que salen de las diferentes  
15 boquillas pueden llegar a ser arrastradas unas con otras. En algunas realizaciones, las fibras que salen de una boquilla adicional pueden depositarse sobre un rodillo, p.ej., un rodillo de recogida/transferencia, y ser transferidas desde el rodillo hasta el mandril moldeado. En algunas realizaciones, las fibras pueden salir de la boquilla adicional a una temperatura elevada, y/o el rodillo de recogida/transferencia puede ser calentado para mantener las fibras en un estado al menos parcialmente fundido, para que puedan unirse en estado de fusión con fibras que salen de la(s) otra(s)  
20 boquilla(s). Se proporciona una descripción detallada para formar redes no tejidas usando más que una boquilla en la patente de EE.UU. N° 5.591.335.

Las fibras, p.ej., fibras discontinuas y/o filamentos continuos, que tienen un amplio intervalo de diámetros, pueden depositarse sobre el mandril moldeado para formar la red no tejida. Por ejemplo, las fibras pueden tener diámetros de  
25 aproximadamente 1,5 micrómetros o menos a aproximadamente 150 micrómetros o más. Las estructuras fibrosas que incluyen fibras que tienen diámetros nominales de aproximadamente 15 micrómetros a aproximadamente 50 o 100 micrómetros o más grandes pueden ser generalmente menos flexibles y tener tamaños de poro más grandes que estructuras fibrosas que incluyen fibras que tienen diámetros nominales menores que aproximadamente 15 micrómetros. En algunas realizaciones, fibras que tienen diámetros nominales menores que aproximadamente 15 micrómetros, por ejemplo, de aproximadamente 3 a aproximadamente 8 micrómetros, pueden depositarse sobre el  
30 mandril moldeado. En otras realizaciones, fibras que tienen diámetros nominales tan pequeños como aproximadamente 1,5 micrómetros, o menos que aproximadamente 1 micrómetro, p.ej., aproximadamente 0,5 micrómetros, pueden depositarse sobre el mandril moldeado.

En algunas realizaciones, el método puede incluir depositar fibras que tienen diámetros nominales variables. Por ejemplo, fibras que tienen diámetros nominales diferentes pueden ser depositadas al azar sobre el mandril moldeado o depositadas en una orientación particular. Las fibras que tienen diámetros nominales diferentes pueden depositarse  
35 en proporciones iguales o diferentes sobre el mandril, y pueden depositarse para producir regiones o capas diferentes de la estructura fibrosa. En algunas realizaciones, fibras que tienen diámetros nominales diferentes pueden depositarse para producir una orientación graduada, p.ej., para proporcionar una región de tratamiento de fluidos que tiene un tamaño de poro decreciente o creciente a través de la región. Alternativamente o adicionalmente, fibras que  
40 tienen diámetros nominales diferentes o distribuciones de diámetros nominales diferentes pueden depositarse para producir regiones diferentes de la estructura fibrosa. Por ejemplo, en algunas realizaciones, fibras que tienen un primer diámetro nominal pueden depositarse para producir una primera capa o región, y fibras que tienen un segundo diámetro nominal diferente pueden depositarse para producir una segunda capa o región. También pueden depositarse sobre el mandril moldeado capas o regiones adicionales, que pueden incluir fibras de un diámetro nominal  
45 diferente o fibras que tienen un diámetro nominal igual al diámetro nominal de fibras en otra región. En una realización, el método puede incluir depositar fibras para formar una red no tejida que tiene tres regiones, una primera región que incluye fibras que tienen un primer diámetro nominal, una segunda región que incluye fibras que tienen una distribución de diámetros nominales, y una tercera región que incluye fibras que tienen el primer diámetro nominal. La primera y  
50 tercera regiones pueden comprender regiones de drenaje, regiones de soporte, regiones de amortiguación o regiones espaciadoras, y la segunda región puede comprender una región de tratamiento de fluidos, y las fibras de la región de tratamiento de fluidos pueden tener un diámetro más pequeño que las fibras de la primera y tercera regiones.

Las fibras pueden depositarse para formar una red no tejida sobre el mandril moldeado hasta que se obtiene una estructura fibrosa que tiene un número adecuado de regiones y un espesor adecuado. Por ejemplo, el espesor de la estructura fibrosa puede ser de aproximadamente 254  $\mu\text{m}$  (0,01 pulgadas) o menos a aproximadamente 12,7 mm (0,5  
55 pulgadas) o más. Depositar las fibras puede incluir formar depósitos múltiples, donde cada depósito puede comprender fibras de diferentes diámetros y/o diferentes materiales por ejemplo. Cada depósito puede corresponder a una región diferente de la estructura fibrosa, y el espesor de la estructura fibrosa puede incluir el espesor de las regiones múltiples, tales como una región de tratamiento de fluidos no tejida y regiones de drenaje no tejidas. Por ejemplo, una estructura fibrosa puede incluir una región de tratamiento de fluidos fibrosa que comprende de aproximadamente 10% o menos  
60 hasta aproximadamente 100% del espesor de la estructura fibrosa y una región de drenaje no tejida que comprende hasta aproximadamente 90% del espesor de la estructura fibrosa.

En algunas realizaciones, por ejemplo las realizaciones que utilizan soplado en estado de fusión, las fibras pueden ser enmarañadas mecánicamente según se depositan en el mandril, lo que puede proporcionar una integridad estructural adecuada para la estructura fibrosa. Sin embargo, en otras realizaciones, las fibras pueden unirse unas a otras usando cualquiera de diversas técnicas y/o agentes de unión. Por ejemplo, en algunas realizaciones las fibras pueden depositarse en el mandril mientras están fundidas al menos parcialmente, p.ej., pegajosas, para conseguir una unión fibra a fibra. Adicionalmente o alternativamente, las fibras pueden unirse usando un agente de unión, tal como una resina o un disolvente. El agente de unión puede aplicarse de cualquier manera adecuada y como se conoce en la técnica.

Una vez que se forma la estructura fibrosa, se retira del mandril de diversas maneras. En algunas realizaciones, la estructura fibrosa puede ser extraída de manera continua del mandril, por ejemplo, según está rotando el mandril y las fibras están siendo depositadas. Por ejemplo, en realizaciones que incluyen una corrugación o corrugaciones que se extienden helicoidalmente, la estructura fibrosa puede ser rotada más rápido o más despacio o incluso en una dirección contraria a la rotación del mandril, para “desenroscar” la estructura fibrosa del mandril. Alternativamente, en algunas realizaciones, la estructura fibrosa puede no ser retirada de manera continua del mandril, sino que por el contrario puede ser retirada después de que se forme un trozo discreto de los medios. Por ejemplo, la estructura fibrosa puede ser retirada, p.ej., “desenroscando” la estructura fibrosa del mandril o deslizando la estructura fibrosa a lo largo del eje longitudinal del mandril, después de que las fibras se han depositado y mientras el mandril está estacionario. En algunas realizaciones, un mandril ajustable, p.ej., retraíble o desinflable, puede facilitar la retirada de la estructura del mandril. Por ejemplo, un mandril ajustable puede ser retraído después de depositar las fibras para facilitar la retirada de la estructura fibrosa del mandril. En algunas realizaciones, un mandril ajustable puede ser expandible y puede ser expandido durante el soplado en estado de fusión y retraído después del soplado en estado de fusión para facilitar la retirada de la estructura fibrosa del mandril.

En algunas realizaciones de la invención, el método puede incluir estampar las redes de la estructura fibrosa. La estructura fibrosa puede ser estampada usando cualquier técnica adecuada conocida y en cualquier región(es) adecuada(s) de la estructura fibrosa. Sin embargo, para muchas realizaciones la estructura fibrosa es no estampada. Por ejemplo, las redes pueden estar sustancialmente exentas de regiones comprimidas o distorsiones que reduzcan la capacidad de filtración de la estructura fibrosa. Un paquete de tratamiento de fluidos corrugado que incluya redes no estampadas proporciona ventajosamente más área de superficie para el tratamiento de fluidos que medios de tratamiento de fluidos fibrosos estampados, dado que estampar puede cerrar áreas de los medios de tratamiento de fluidos.

En algunas realizaciones, el método para preparar el paquete de tratamiento de fluidos puede incluir además colapsar axialmente las corrugaciones de la estructura fibrosa corrugada, por ejemplo, presionando las corrugaciones unas contra otras. La estructura fibrosa corrugada puede ser colapsada después de formar la red no tejida para producir un paquete de tratamiento de fluidos que incluye corrugaciones anidadas o no anidadas. Por ejemplo, la estructura fibrosa corrugada puede ser colapsada según está siendo extraída la estructura fibrosa del mandril. Alternativamente, la estructura fibrosa corrugada puede ser extraída del mandril y colapsada posteriormente. En algunas realizaciones, el método puede incluir además fijar la estructura fibrosa colapsada para mantener la configuración colapsada. Por ejemplo, después de colapsar la estructura fibrosa, la estructura fibrosa puede ser endurecida por calor para ayudar a mantener la configuración colapsada de la estructura fibrosa. Los parámetros del endurecimiento por calor son dependientes del polímero particular utilizado en la formación de las fibras, y la determinación de estos parámetros está dentro de la experiencia habitual en la técnica. Por ejemplo, una estructura fibrosa de polipropileno puede ser endurecida por calor a una temperatura de aproximadamente 130°C durante aproximadamente una hora. Preferiblemente, endurecer por calor la estructura fibrosa para mantener la configuración colapsada no produce distorsiones que reduzcan la capacidad de filtración de la red. El endurecimiento por calor también puede realizarse antes de la retirada del mandril. Por ejemplo, en algunas realizaciones, porciones de la estructura fibrosa pueden ser estiradas durante la retirada del mandril. Endurecer por calor antes de estirar la estructura fibrosa puede facilitar el retorno de la estructura fibrosa a su estado preestirado.

La estructura fibrosa que comprende el paquete de tratamiento de fluidos puede combinarse con otros elementos para preparar un elemento de tratamiento de fluidos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, pueden disponerse tapones terminales, incluyendo tapones terminales abiertos o ciegos, en uno o ambos extremos del paquete de tratamiento de fluidos. Los tapones terminales pueden tener cualquier configuración y estar formados de cualquier material adaptado para sellar los extremos del paquete de tratamiento de fluidos e impedir el desvío del fluido a ser tratado alrededor del paquete de tratamiento de fluidos. El (los) tapón(es) terminal(es) puede(n) tener una distancia radial mayor que, igual a o incluso menor que la distancia radial de la(s) cresta(s) o el (los) valle(s). En algunas realizaciones, los tapones terminales pueden tener una distancia radial intermedia a la distancia radial de la(s) cresta(s) o el (los) valle(s). Los tapones terminales pueden comprender un material polimérico o un material no polimérico, p.ej., un metal. En algunas realizaciones, los tapones terminales pueden comprender un material polimérico que puede ser unido en estado de fusión al paquete de tratamiento de fluidos. En algunas realizaciones, los tapones terminales pueden fijarse al paquete de tratamiento de fluidos mediante un compuesto viscoso, tal como un adhesivo, o mediante cualquier otro método adecuado.

El paquete de tratamiento de fluidos también puede combinarse con otros componentes para preparar un elemento de tratamiento de fluidos. Por ejemplo, pueden asociarse capas adicionales, tales como capas de drenaje, capas

espaciadoras y/o capas de amortiguación con la estructura fibrosa como miembros independientes. Tales capas adicionales pueden asociarse con la estructura fibrosa de cualquier manera adecuada. En algunas realizaciones, puede envolverse una capa de drenaje, p.ej., enrollarse circunferencialmente o helicoidalmente, alrededor del exterior de una estructura fibrosa. Por ejemplo, puede enrollarse una capa de drenaje alrededor de las corrugaciones, incluyendo alrededor de las crestas, valles y redes para cubrir la estructura fibrosa. Adicionalmente o alternativamente, puede envolverse una capa de drenaje independiente alrededor del mandril antes de depositar la estructura fibrosa en el mandril. En algunas realizaciones, pueden posicionarse capas adicionales como insertos entre las corrugaciones de una estructura fibrosa, por ejemplo, antes de colapsar las corrugaciones.

También puede asociarse un núcleo y/o una envoltura independiente con el paquete de tratamiento de fluidos para producir un elemento de tratamiento de fluidos. Por ejemplo, puede situarse un núcleo en el centro hueco de la estructura fibrosa tubular. El núcleo, cuando está presente, puede tener cualquier configuración que le permita apoyar a la estructura fibrosa y transportar el fluido de la manera deseada. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un núcleo puede ser un miembro tubular que tiene un centro hueco y perforaciones, poros u otras aberturas en su periferia a través de las cuales puede fluir el fluido entre un extremo del núcleo por el interior del núcleo y el exterior de la estructura fibrosa. Alternativamente, el núcleo puede ser un miembro sólido que tiene canales u otras vías de paso en su periferia a lo largo de las cuales puede fluir el fluido entre un extremo del núcleo y el exterior de la estructura fibrosa. Además, el núcleo puede estar dotado de contorno o no para que coincida con las crestas y valles de la estructura fibrosa. El núcleo puede insertarse dentro del centro hueco de la estructura fibrosa y asociarse de manera fija con la estructura fibrosa mediante un ajuste de fricción, uniendo el núcleo a un tapón terminal, o por cualquier otro método adecuado. Puede situarse una envoltura, tal como una jaula, una malla o una red, alrededor del exterior de la estructura fibrosa. La envoltura puede ser porosa o perforada o puede tener otras aberturas a lo largo de toda o la mayor parte de su longitud, que permiten al fluido pasar entre el exterior de la envoltura y la estructura fibrosa. La envoltura puede posicionarse alrededor de la estructura fibrosa y asociarse de manera fija con la estructura fibrosa de cualquier manera adecuada, tal como por unión a uno o ambos tapones terminales. Alternativamente, la envoltura, así como el núcleo, pueden asociarse de manera retirable en lugar de fija con la estructura fibrosa.

En algunas realizaciones, el paquete de tratamiento de fluidos puede incluir una estructura fibrosa combinada con una membrana. Se entenderá que el término "membrana" incluye cualquier membrana porosa, permeable o semipermeable formada generalmente de material polimérico natural o sintético. La membrana puede tener una calificación de retirada en el intervalo de aproximadamente 20 micrómetros o más hasta una calificación que retirará sustancias disueltas de pesos moleculares tan pequeños como 10.000 Daltons o menos. La estructura de los poros puede ser constante o puede variar a través del espesor de la membrana. La membrana puede tener una capa superficial o no tener una capa superficial; tener un soporte o no tener un soporte; ser licuófila o licuófoba y/o estar cargada o neutra.

La membrana puede asociarse con la estructura fibrosa de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, puede formarse integralmente una membrana con el paquete de tratamiento de fluidos corrugado. Adicionalmente o alternativamente, puede montarse una membrana preformada en la estructura fibrosa corrugada. Cualquiera de los rasgos descritos anteriormente puede combinarse con la membrana, por ejemplo, paquetes de tratamiento de fluidos fibrosos corrugados que incluyen las corrugaciones que se extienden helicoidalmente, corrugaciones colapsadas o no colapsadas, corrugaciones anidadas o no anidadas, diámetros de fibra constantes o variables, capas o regiones únicas o múltiples y/o distancias radiales y anchuras de red constantes o variables.

En algunas realizaciones, puede formarse integralmente una membrana con la estructura fibrosa corrugada colando y precipitando la membrana sobre la estructura fibrosa corrugada, que sirve entonces como soporte de membrana. Las patentes de EE.UU. Nos. 4.340.479 y 5.143.616 describen ejemplos de métodos para colar y precipitar membranas. Puede aplicarse una disolución de colado que contiene una resina disuelta a la estructura fibrosa corrugada, antes, después o incluso durante la retirada de la estructura fibrosa del mandril. La disolución de colado puede aplicarse de cualquier manera adecuada, por ejemplo puede extenderse o rociarse sobre la estructura fibrosa, o la estructura fibrosa puede mojarse o incluso sumergirse en un baño de disolución de colado. Por ejemplo, la estructura fibrosa puede retirarse del mandril y hacerse pasar a un baño de la disolución de colado como un procedimiento continuo. Alternativamente, puede retirarse un trozo discreto de la estructura fibrosa del mandril y sumergirse posteriormente en un baño de la disolución de colado.

La disolución de colado puede incluir una resina y un disolvente para la resina, o puede incluir la resina, un disolvente para la resina y componentes adicionales, tales como un no disolvente para la resina. La resina puede comprender cualquier resina adecuada que pueda disolverse en un disolvente y precipitar después para formar la membrana. Las resinas ilustrativas pueden incluir poliamidas, tales como nylon 46, 6, 66, 7, 69, 610, 612, 11 y 12 o mezclas de las mismas, poli(difluoruro de vinilideno) (PVDF) y polisulfonas, tales como poliétersulfonas.

El disolvente puede comprender cualquier disolvente capaz de disolver la resina, y se selecciona preferiblemente en base a la resina deseada para la membrana. El disolvente también puede comprender un no disolvente para las fibras de la estructura fibrosa. Para muchas realizaciones, las fibras de la estructura fibrosa pueden no ser afectadas o afectadas solo ligeramente por el disolvente, así como los otros componentes, de la disolución de colado. Los disolventes para poliamidas son bien conocidos, como se muestra en la patente de EE.UU. N° 4.340.479. Un disolvente ilustrativo capaz de disolver el nylon es el ácido fórmico. Los disolventes capaces de disolver el PVDF

incluyen acetona, dimetilacetamida, dimetilformamida, dimetilsulfóxido y disolventes similares. Los disolventes para polisulfonas, tales como poliétersulfonas, incluyen dimetilacetimida, una mezcla de dimetilacetimida y ácido propiónico, una mezcla de n-metil-2-pirrolidona y ácido propiónico, formamida, dimetilsulfóxido, ciclohexanona y similares.

- 5 Un no disolvente, si está presente, puede comprender cualquier sustancia que no disolverá sustancialmente la resina. En algunas realizaciones, el no disolvente puede ser agua o puede ser soluble en agua. Un no disolvente ilustrativo para el uso con poliamidas es agua, formamidas y acetamidas, así como polioles tales como glicerol, glicoles, poliglicoles y éteres y ésteres de los mismos, y mezclas de tales compuestos.

- 10 La estructura fibrosa corrugada puede ser humedecida por la disolución de colado completamente para que la disolución de colado penetre completamente el espesor de la estructura fibrosa. Alternativamente, la disolución de colado puede penetrar parcialmente el espesor de la estructura fibrosa o puede permanecer, por ejemplo, como una capa fina en la superficie. La humectabilidad de la estructura fibrosa puede estar determinada por las características humectantes de la disolución de colado y las fibras que comprenden la estructura fibrosa. Las fibras de polipropileno o polietileno tienen características de humedecimiento escasas, y por tanto pueden proporcionar una estructura fibrosa que no es humedecida totalmente por algunas disoluciones de colado, mientras que los poliésteres, poliamidas
- 15 aromáticas y fibras de celulosa tienen buenas características de humedecimiento y pueden proporcionar una estructura fibrosa que es más humedecible por una disolución de colado.

El exceso de disolución de colado puede ser retirado de la estructura fibrosa corrugada. El exceso de disolución puede ser retirado usando cualquier mecanismo adecuado. Por ejemplo, el exceso de disolución puede ser retirado por escisión o raspado usando cuchillas rascadoras.

- 20 Después de aplicar la disolución de colado a la estructura fibrosa, la membrana puede formarse precipitando la resina sobre o dentro de la estructura fibrosa. La resina puede ser precipitada disminuyendo la concentración del disolvente en la disolución de colado, por ejemplo, por evaporación en condiciones controladas. Adicionalmente o alternativamente, puede aplicarse a la estructura fibrosa con la disolución de colado una disolución de precipitación, que puede incluir un no disolvente o tanto el disolvente como un no disolvente. La disolución de precipitación puede
- 25 aplicarse de cualquier manera adecuada, tal como rociando o mojando o sumergiendo la estructura fibrosa con la disolución de colado en un baño de disolución de precipitación.

- La disolución de precipitación incluye preferiblemente un disolvente en una concentración más baja que la concentración de disolvente en la disolución de colado. Según se aplica la disolución de precipitación a la estructura fibrosa y la disolución de colado, el no disolvente en la disolución de precipitación puede difundirse en la disolución de colado, mientras que el disolvente en la disolución de colado puede difundirse en la disolución de precipitación. Por consiguiente, la concentración de disolvente en la disolución de colado disminuye y la resina comienza a precipitar. La resina precipita y forma preferiblemente la membrana dentro de las aberturas entre las fibras en la estructura fibrosa y/o en la superficie de la estructura fibrosa corrugada.
- 30

- Una membrana puede formarse integralmente con la estructura fibrosa corrugada de otras maneras. Por ejemplo, puede ponerse en contacto un sustrato independiente con la estructura fibrosa corrugada y puede aplicarse una disolución de colado al sustrato independiente, antes o bien después de que el sustrato contacte con la estructura fibrosa, y después puede precipitar la membrana desde la disolución de colado mientras el sustrato saturado está en contacto con la estructura fibrosa corrugada.
- 35

- El sustrato puede comprender cualquiera de diversos materiales porosos. Los materiales del sustrato ilustrativos pueden incluir poliésteres, polipropileno, poliamidas, ésteres de celulosa, tela de fibra de vidrio tejida y materiales similares. El material del sustrato puede tener cualquier configuración adecuada. En algunas realizaciones, el sustrato puede estar en la forma de una lámina, tal como una red, un retículo, una malla, una criba o una lámina tejida o no tejida formada a partir de fibras o filamentos. Un sustrato en la forma de una lámina puede ser ventajoso, por ejemplo, para minimizar el espesor de la membrana. Alternativamente, el sustrato puede tener otras configuraciones, por
- 40 ejemplo, un cilindro aplanado. Preferiblemente, el sustrato es lo suficientemente flexible para adaptarse a la superficie de la estructura fibrosa corrugada pero lo suficientemente resiliente para resistir las fuerzas asociadas con saturar el sustrato con la disolución de colado y posicionar el sustrato en la estructura fibrosa corrugada.
- 45

- Para algunas realizaciones, puede ponerse en contacto un sustrato saturado con la disolución de colado con la estructura fibrosa corrugada. Después de aplicar la disolución de colado al sustrato, el exceso de disolución de colado puede retirarse y el sustrato saturado puede ponerse en contacto con la superficie exterior o interior de la estructura fibrosa. Por ejemplo, el sustrato saturado puede ser envuelto, p.ej., enrollado helicoidalmente, alrededor de la estructura fibrosa corrugada. El sustrato puede ponerse en contacto con la estructura fibrosa corrugada mientras la estructura fibrosa corrugada está posicionada en el mandril o después de que ha sido retirada del mandril. En algunas realizaciones, el sustrato saturado puede ponerse en contacto con la estructura fibrosa mientras la estructura fibrosa está siendo retirada del mandril. Por ejemplo, el sustrato saturado puede ser envuelto alrededor de la estructura fibrosa mientras rota el mandril y se retira la estructura fibrosa corrugada.
- 50
- 55

El disolvente en la disolución de colado preferiblemente no afecta o afecta solo ligeramente al sustrato. En algunas realizaciones, la estructura fibrosa puede comprender fibras que son al menos ligeramente solubles en, o ablandadas

por, el disolvente en la disolución de colado. Por ejemplo, una porción o sustancialmente todas las fibras que comprenden la estructura fibrosa pueden ser ligeramente solubles o ablandadas por el disolvente. Las fibras solubles pueden ser el mismo material polimérico que la resina en la disolución de colado o un material diferente que es soluble también en el disolvente de la disolución de colado. Preferiblemente, el sustrato está saturado completamente y uniformemente, de tal modo que cuando el sustrato se pone en contacto con la estructura fibrosa, la estructura fibrosa y el sustrato pueden ser unidos por el disolvente.

Para formar la membrana, puede aplicarse una disolución de precipitación al sustrato saturado y la estructura fibrosa. La disolución de precipitación puede aplicarse de cualquier manera adecuada descrita anteriormente. Tras la aplicación de la disolución de precipitación, la resina comienza a precipitar dentro de las aberturas en y/o sobre la superficie del sustrato. Adicionalmente, la resina puede precipitar dentro de y/o sobre las aberturas de la estructura fibrosa para fijar adicionalmente la membrana a la estructura fibrosa. En algunas realizaciones, mientras la resina está precipitando, la estructura fibrosa ligeramente disuelta comienza a reformarse para integrar adicionalmente la membrana con la estructura fibrosa corrugada.

Después de precipitar la membrana directamente sobre la estructura fibrosa o sobre el sustrato, la membrana puede ser lavada y secada. Por ejemplo, la membrana puede ser lavada con agua o con cualquier líquido volátil en el que el disolvente sea soluble y que pueda retirarse durante el secado.

El paquete de tratamiento de fluidos corrugado que incluye la estructura fibrosa y la membrana puede combinarse con cualquiera de los elementos descritos anteriormente para proporcionar un elemento de tratamiento de fluidos, que incluye, pero no se limita a, un núcleo, una envoltura, y/o uno o más tapones terminales. Un elemento de tratamiento de fluidos, a su vez, puede ser incorporado en un sistema de tratamiento de fluidos.

En algunas realizaciones, la estructura fibrosa corrugada puede combinarse con una membrana preformada, p.ej., una membrana colada y precipitada, una membrana que se forma por sinterización y o estiramiento, o una membrana formada de cualquier otra manera. Por ejemplo, puede colarse una membrana y precipitarse sobre un sustrato como se describió anteriormente, lavarse y secarse, y aplicarse después a la estructura fibrosa corrugada. La membrana preformada puede combinarse con la estructura fibrosa corrugada de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, la membrana preformada puede ser envuelta, p.ej., enrollada circunferencialmente o helicoidalmente, alrededor de la estructura fibrosa corrugada para cubrir y adaptarse a la configuración de las crestas, valles y redes de la estructura fibrosa corrugada. En algunas realizaciones, la membrana puede fijarse a la estructura fibrosa. Por ejemplo, la membrana puede sujetarse a la estructura fibrosa, p.ej., por unión en estado de fusión, por disolvente o por adhesivo. La membrana puede combinarse con la estructura fibrosa corrugada antes, después o durante la retirada de la estructura fibrosa del mandril moldeado.

Independientemente de cómo se asocia la membrana con la estructura fibrosa, la membrana puede ser tratada adicionalmente. Por ejemplo, una membrana puede tratarse para modificar diversas características de la membrana. Por ejemplo, la superficie de la membrana puede modificarse de cualquier manera adecuada para cambiar la carga superficial y/o la humectabilidad de la membrana, o para modificar las características de unión de la membrana.

Un elemento de tratamiento de fluidos puede combinarse con uno o más otros elementos o aparatos para formar un sistema de tratamiento de fluidos. Por ejemplo, el elemento de tratamiento de fluidos puede combinarse con una fuente de fluido de alimentación, bombas, válvulas, tuberías y/o otros dispositivos de tratamiento de fluidos para formar un sistema de tratamiento de fluidos.

En algunas realizaciones, la estructura fibrosa corrugada puede no ser colapsada para producir corrugaciones anidadas o no anidadas. La estructura fibrosa no colapsada puede combinarse con uno o más elementos, tales como tapones terminales, una membrana, un núcleo y/o una envoltura para producir un elemento de tratamiento de fluidos.

Además, uno o más rasgos de una realización pueden combinarse con uno o más rasgos de otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el paquete de tratamiento de fluidos puede incluir una estructura fibrosa que tiene una distribución de diámetros de fibra o regiones de diámetros diferentes en combinación con capa(s) de drenaje, espaciadora(s) y/o amortiguadora(s) independiente(s) asociadas con el paquete. Un paquete de tratamiento de fluidos que incluya una estructura fibrosa que tenga una distribución de diámetros de fibra y/o capa(s) de drenaje, espaciadora(s) y/o amortiguadora(s) independiente(s) también puede combinarse con una membrana formada integralmente o formada independientemente. En algunas realizaciones, pueden combinarse dos o más capas de membrana con el paquete de tratamiento de fluidos corrugado. Por ejemplo, un paquete de tratamiento de fluidos que incluya una membrana formada integralmente puede ser puesto en contacto con una o más membranas adicionales formadas sobre sustratos independientes, mientras las membranas estén todavía húmedas. Secar las membranas húmedas en contacto unas con otras puede unir las membranas unas a otras para formar una estructura multicapa.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para preparar un paquete (10) de tratamiento de fluidos, que comprende
  - formar una estructura porosa en un mandril (40) moldeado que tiene un eje longitudinal y al menos una corrugación helicoidal, que incluye
- 5 formar respectivamente una primera y segunda regiones (18, 18a) porosas que se extienden helicoidalmente en una primera y segunda regiones (42, 44) inclinadas que se extienden helicoidalmente de la corrugación helicoidal, intersecándose la primera y segunda regiones (42, 44) inclinadas una con otra a lo largo de uno de una cresta (46) de mandril que se extiende helicoidalmente y un valle (48) de mandril que se extiende helicoidalmente, y extendiéndose la primera y segunda regiones (18, 18a) porosas una en otra a lo largo de uno de una cresta (46) que se extiende helicoidalmente y un valle (48) que se extiende helicoidalmente para formar una estructura porosa corrugada helicoidalmente, tubular,
- 10
  - en donde formar la estructura porosa incluye rotar relativamente el mandril (40) moldeado y una o más toberas dispuestas para dirigir fibras sobre el mandril (40) moldeado y depositar fibras a lo largo de la primera y segunda regiones (42, 44) inclinadas que se extienden helicoidalmente del mandril (40) moldeado que rota relativamente para formar una estructura fibrosa porosa, corrugada helicoidalmente, no tejida, que tiene la primera y segunda regiones (18, 18a) que se extienden helicoidalmente extendiéndose una en otra a lo largo de una cresta (46) o valle (48) que se extienden helicoidalmente; y
- 15 retirar la estructura fibrosa porosa corrugada helicoidalmente, tubular, del mandril (40) moldeado.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en donde rotar relativamente el mandril (40) moldeado y las una o más toberas incluye rotar el mandril (40) moldeado.
3. El método de la reivindicación 2, que comprende además colapsar axialmente la estructura fibrosa porosa corrugada helicoidalmente para formar corrugaciones anidadas o no anidadas.
4. El método de la reivindicación 1, en donde formar la primera y segunda regiones (18, 18a) porosas que se extienden helicoidalmente incluye formar una primera y segunda redes (20, 22) no tejidas en la primera y segunda regiones (42, 25 44) inclinadas que se extienden helicoidalmente de la corrugación helicoidal.
5. El método de la reivindicación 1, en donde depositar fibras incluye depositar al menos una de fibras discontinuas y filamentos continuos para formar la estructura fibrosa porosa no tejida.
6. El método de la reivindicación 1, que comprende además retirar de manera continua la estructura fibrosa porosa no tejida del mandril (40) moldeado que rota relativamente según se están depositando las fibras en el mandril (40) 30 moldeado que rota relativamente.
7. El método de la reivindicación 3, en donde colapsar la estructura fibrosa porosa no tejida incluye presionar las corrugaciones unas contra otras.

FIG. 1

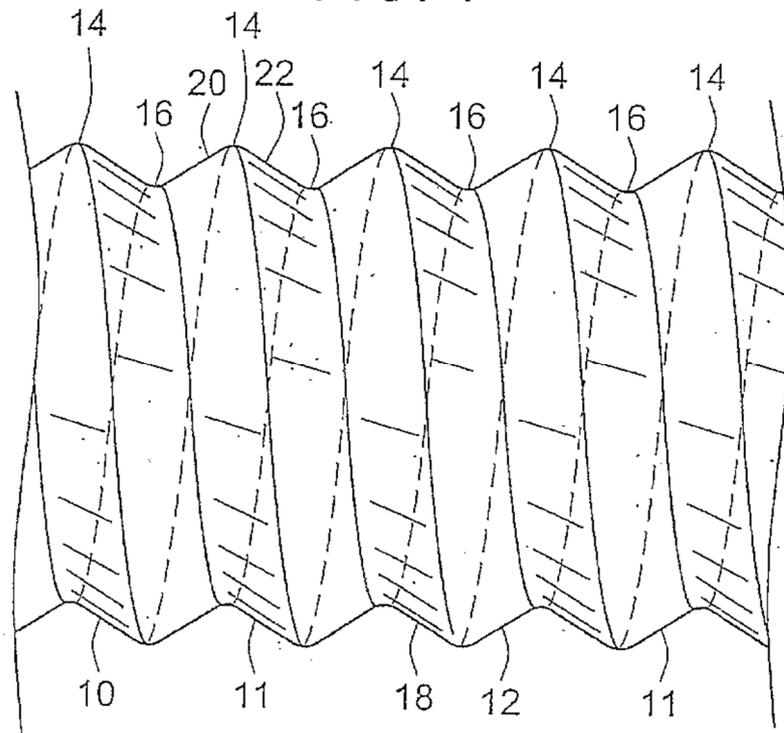


FIG. 2

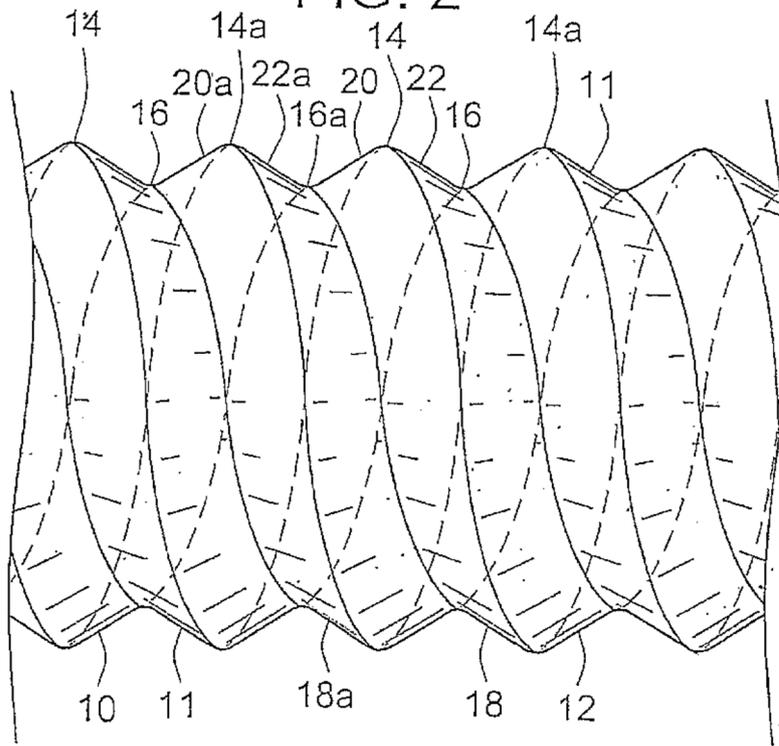


FIG. 3

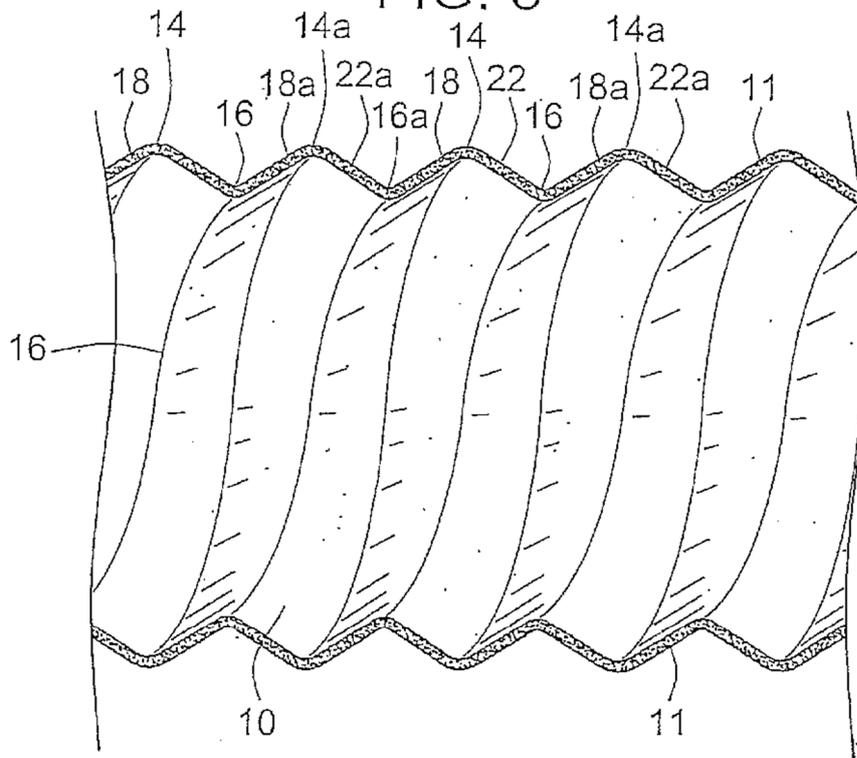


FIG. 4

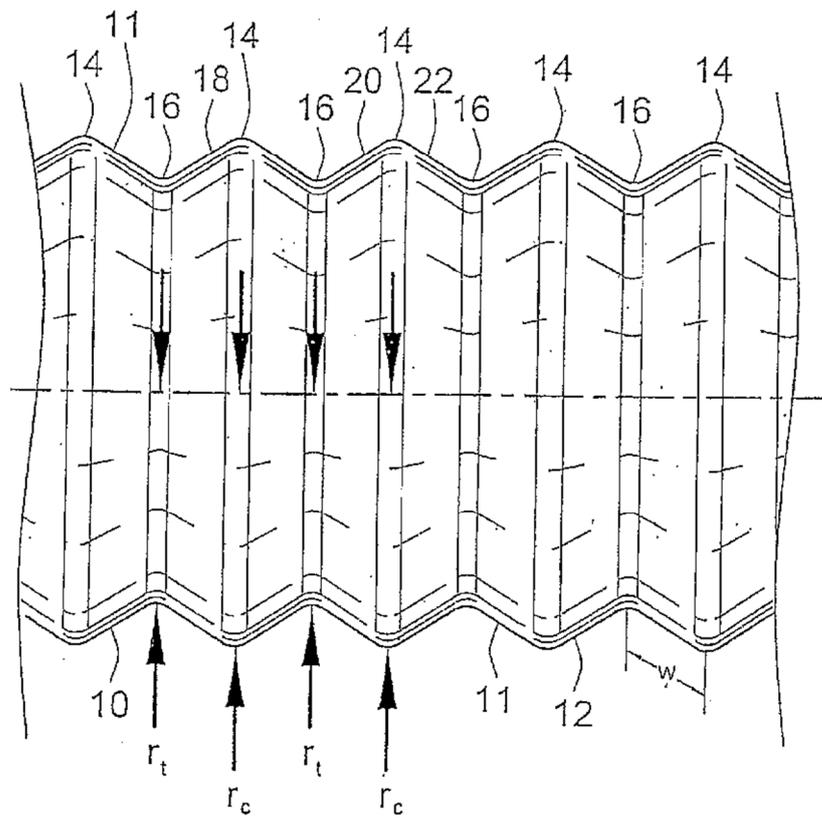


FIG. 5

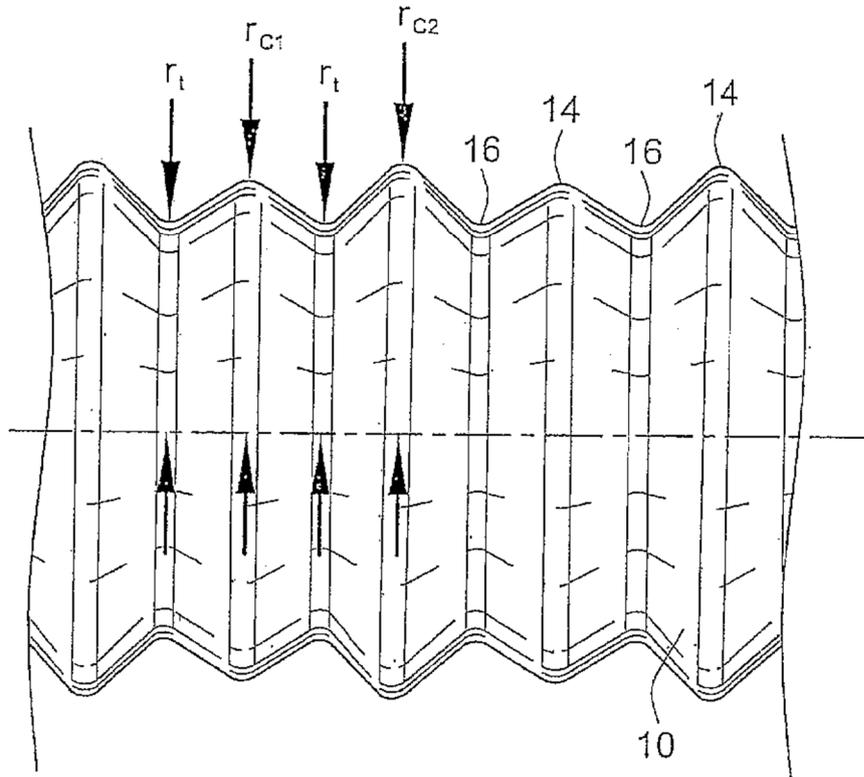
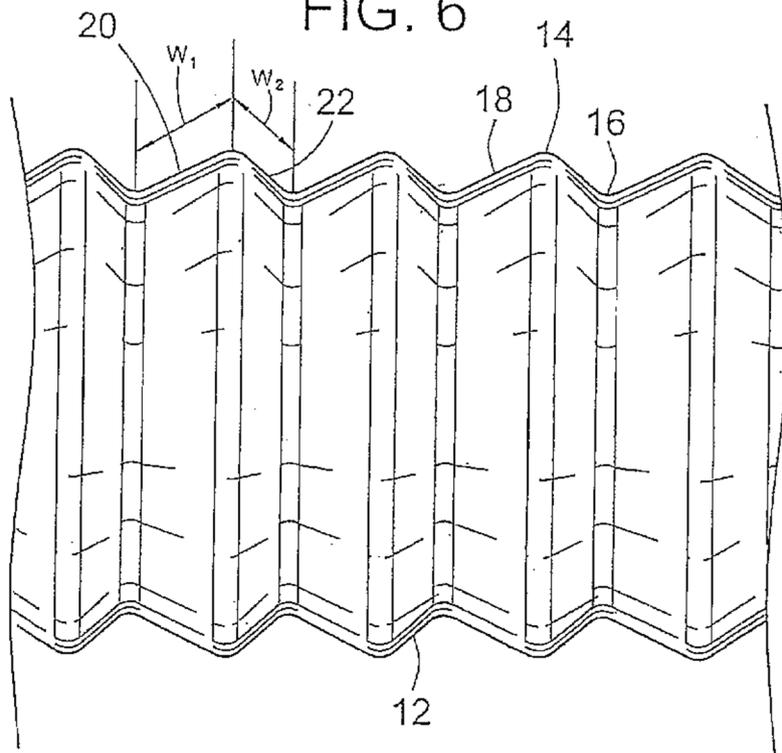


FIG. 6



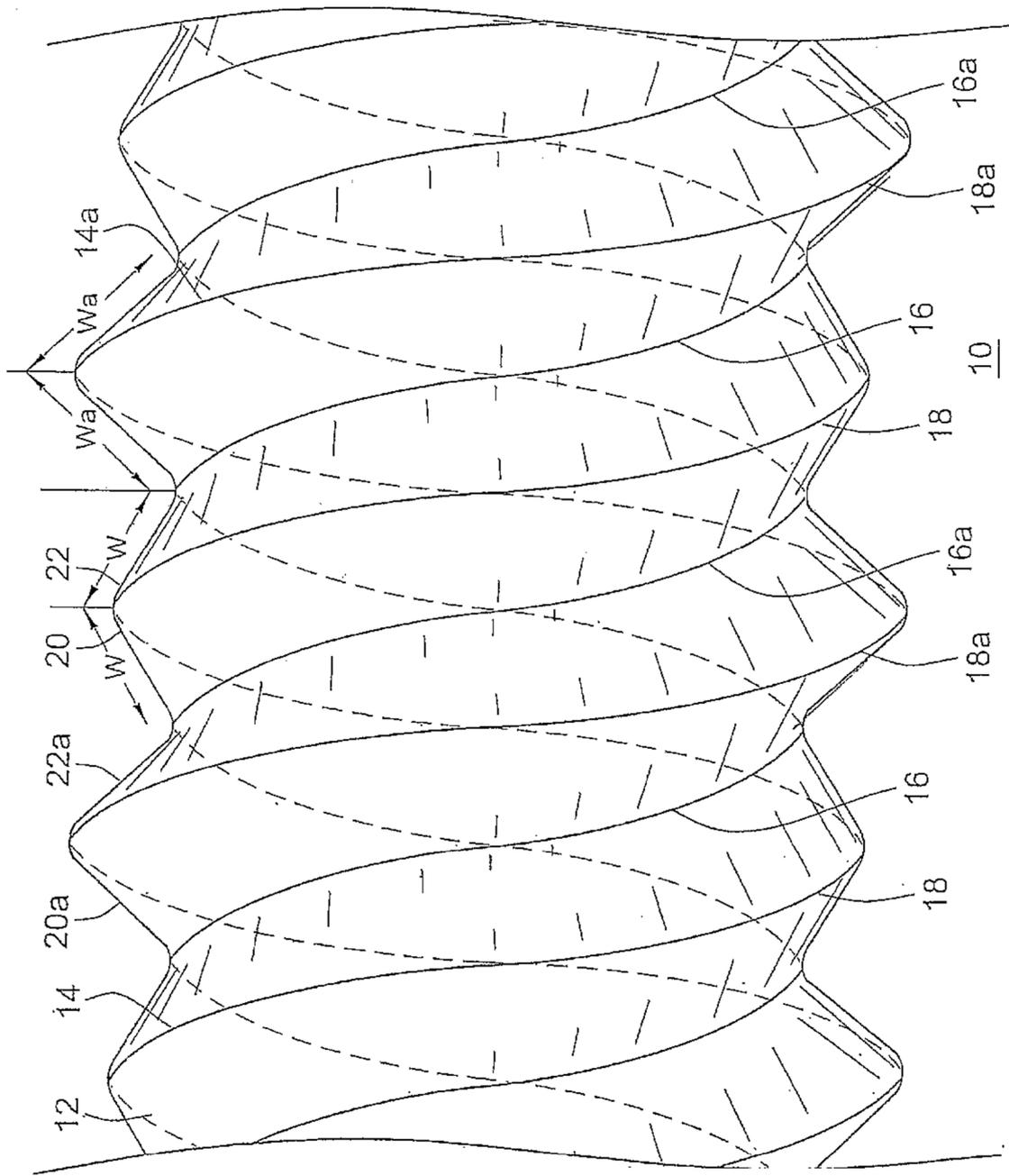


FIG. 7

FIG. 8a

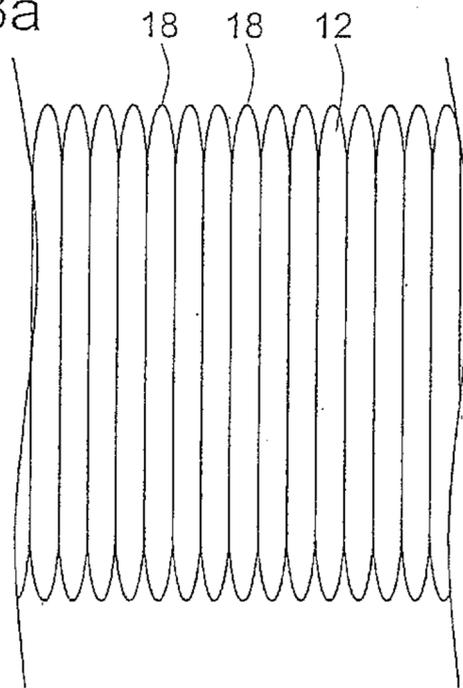


FIG. 8b

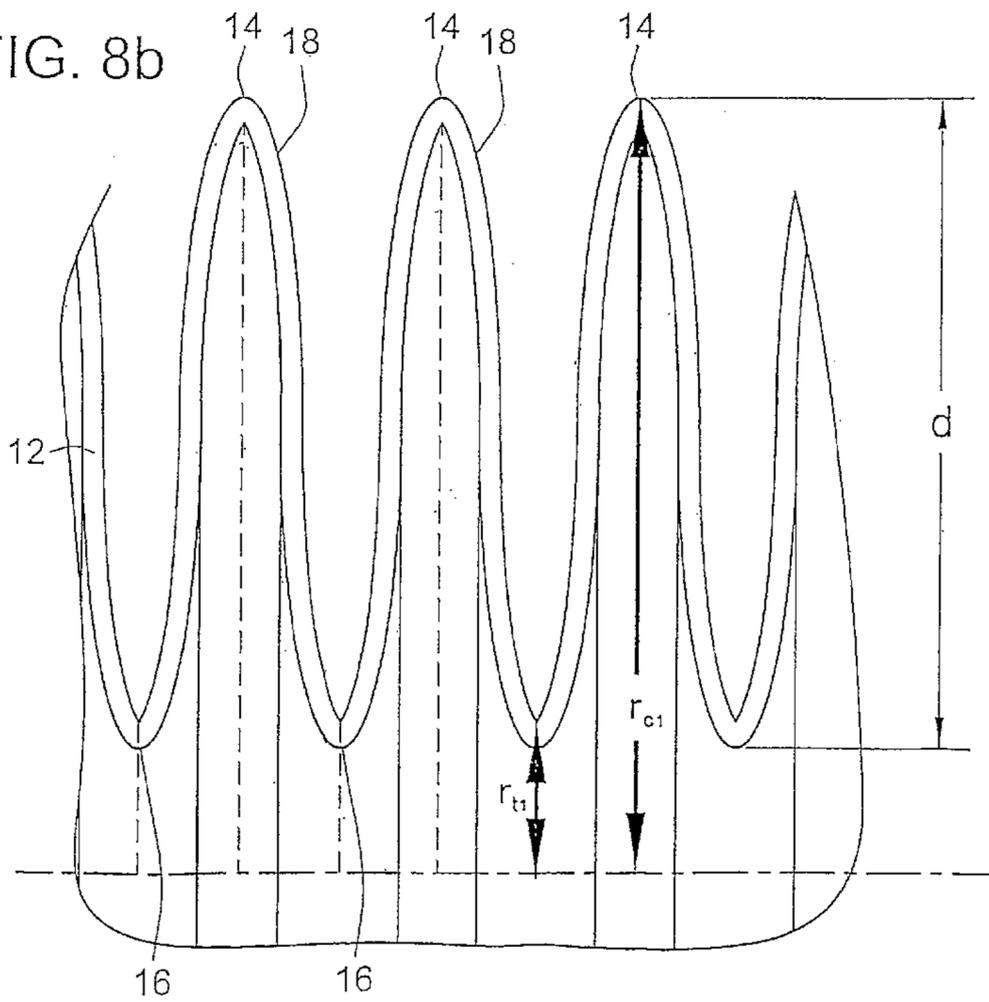


FIG. 9a

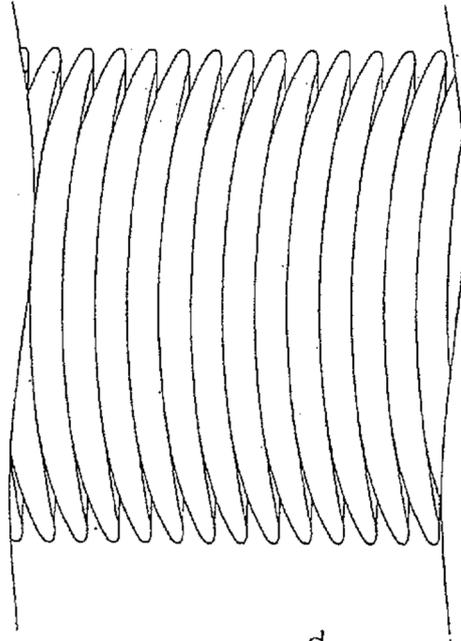


FIG. 9b

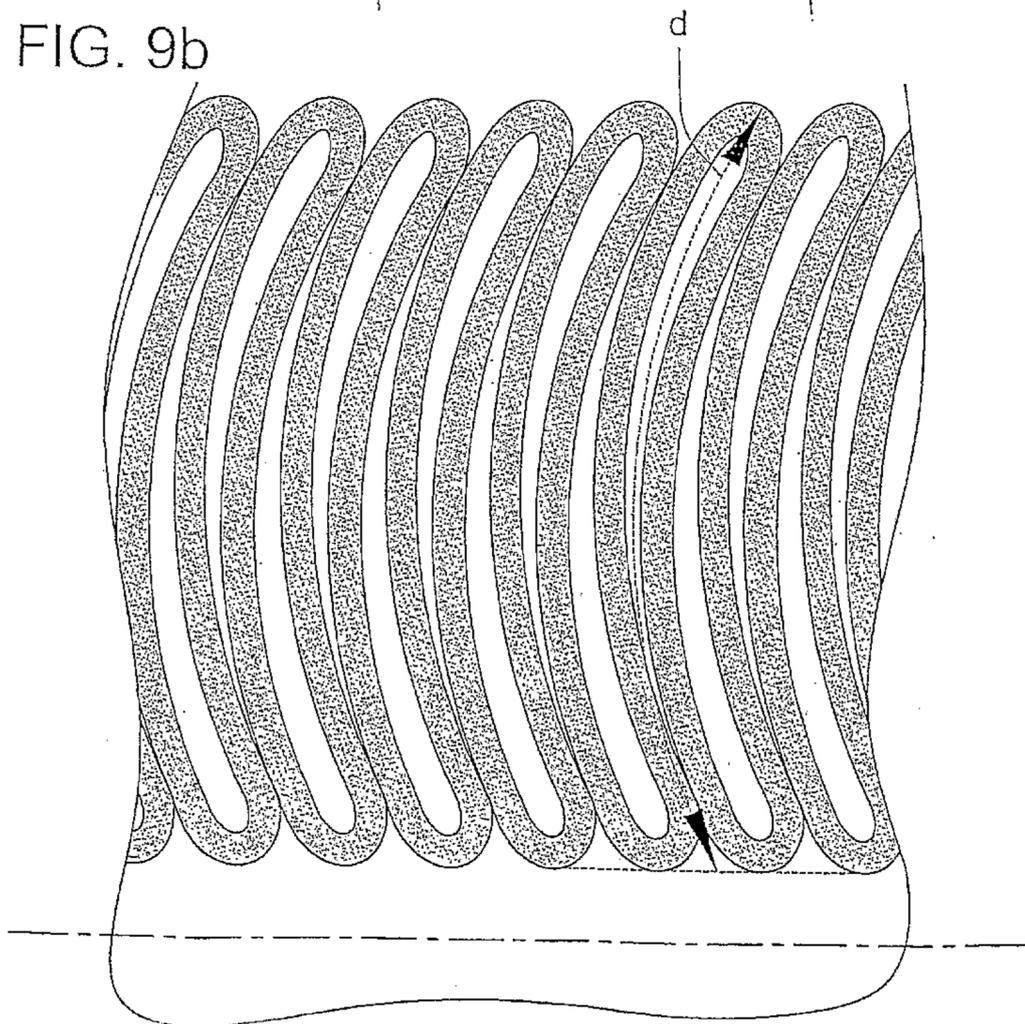


FIG. 10

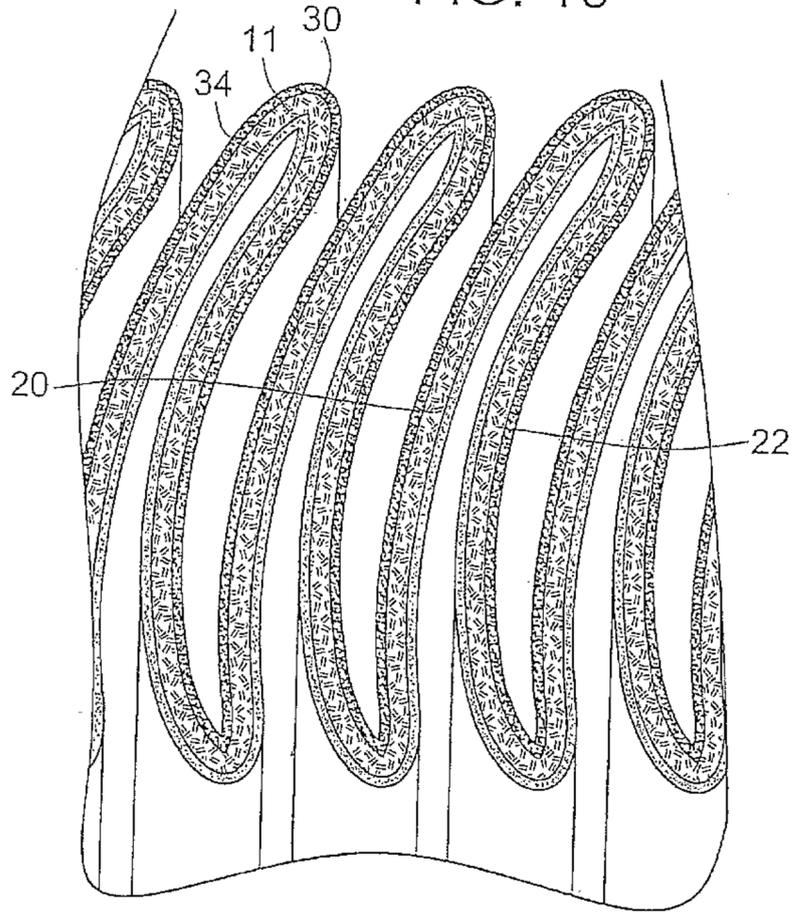


FIG. 11

