

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 855**

51 Int. Cl.:

B01D 63/02 (2006.01)

B29C 70/84 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2007 PCT/US2007/067359**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2007 WO07127768**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2007 E 07761241 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2012908**

54 Título: **Método de embebido de fibras huecas**

30 Prioridad:

25.04.2006 US 745572 P

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

20.11.2017

73 Titular/es:

**ZENON TECHNOLOGY PARTNERSHIP (100.0%)
The Corporation Trust Company Corporation
Trust Centre 1209 Orange Street
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**SZABO, ROBERT;
BAKOS, GABOR;
PÁLINKÁS, ATTILA y
PEDERSEN, STEVEN, KRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 642 855 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 de embebido de fibras huecas

CAMPO

5 Esta memoria descriptiva puede referirse a métodos de embebido de membranas de fibra hueca y a métodos de fabricación de cabezales para módulos de membranas de fibra hueca.

ANTECEDENTES

La siguiente descripción no admite ni implica que el aparato o método tratado a continuación se pueda citar como técnica anterior o parte del conocimiento general de un experto en la técnica en cualquier país particular.

10 Con el fin de filtrar o de penetrar con membranas de fibra hueca, un gran número de fibras huecas delgadas debe estar fijado a un cabezal de tal manera que sus superficies exteriores estén cada una completamente sellada al exterior del cabezal pero sus orificios están abiertos a un espacio interior en el cabezal. El espacio interior del cabezal es conectado entonces a una fuente de succión o de presión para crear una presión transmembra a través de las paredes de las membranas y transporta fluido a los orificios de las membranas o desde ellos.

15 En la Patente de los EE.UU n° 5.639.373, los extremos de una agrupación de fibras están sumergidos en un líquido fugitivo, tal como una cera, hasta que el líquido fugitivo solidifica alrededor de ellos. Un líquido de fijación, tal como una resina, es vertido entonces sobre el líquido fugitivo y dejado endurecer alrededor de las membranas. El líquido fugitivo es retirado entonces, por ejemplo mediante calentamiento o mediante disolución, dejando los orificios de las membranas abiertos al espacio ocupado anteriormente por el líquido fugitivo. En la Patente de los EE.UU n° 6.042.677, se utiliza un proceso similar pero la agrupación de fibras es sostenida en un lecho de polvo que es utilizado en lugar del líquido fugitivo solidificado.

20

En la Patente de los EE.UU n° 5.922.201, se fabrica una fibra hueca continua en un tejido de tal manera que las longitudes adyacentes de las fibras estén separadas entre sí y no tengan extremos abiertos. Un borde del tejido es insertado en un recipiente de resina líquida que es centrifugada o hecha vibrar a medida que cura para estimular el flujo a los espacios entre las fibras. Después de curar la resina, se corta el bloque de resina y fibra para separar el tejido en longitudes individuales de fibras que tienen extremos abiertos. El bloque de resina es pegado o unido entonces a través de juntas al resto de un cabezal.

25

En la Solicitud de Patente Europea n° EP 0 931 582, se utiliza una tubería elástica para fabricar un cabezal. Se corta una abertura en la tubería y se construye un dique alrededor de la abertura. Los extremos abiertos de las membranas de fibra hueca son insertados en la abertura primero tirando de la abertura abierta y luego permitiendo que se cierre sobre las membranas. La resina líquida es vertida sobre los extremos de las membranas y retenida en su lugar por el dique hasta que cura. La tensión superficial impide que la resina fluya a través de la abertura en espacios entre fibras adyacentes.

30

El documento WO 2006/045191, que es estado de la técnica bajo A.54(3) EPC, describe un cabezal para un módulo de membranas de fibra hueca y un método de embebido de fibras huecas en una cavidad cerrada, estando las fibras previamente fijadas. El documento WO 01/85315 describe un método de embebido de gel para producir membranas de fibra hueca filtrantes. El documento US 4138460 describe un método para formar láminas de tubos en una cavidad de embebido cerrada sobre hilos de fibra hueca y formar conjuntos de haces de fibra hueca.

35

RESUMEN

El siguiente resumen está destinado a introducir al lector en la memoria descriptiva, pero no a definir la invención. La invención está definida por la reivindicación 1.

40 Los inventores han observado diferentes dificultades con los métodos de embebido de la técnica anterior. En particular, la utilización de líquidos resinosos, curables crea diferentes inconvenientes. Por ejemplo, los materiales curables tales como poliuretano, epoxi o silicona son costosos. El tiempo requerido para curar estos materiales es también largo, típicamente al menos 10 minutos y más a menudo horas porque el curado rápido de un gran bloque de resina crea un exceso de calor. Las resinas pueden también requerir procedimientos cuidadosos de mezcla y de curado, o pueden liberar sustancias químicas nocivas cuando se curan. La absorción de la resina líquida a lo largo de las fibras antes del curado también puede ser un problema.

45

En un método de embebido de membranas de fibra hueca, las membranas son proporcionadas en un haz que tiene una capa de un material comprimible que rodea las membranas en un plano separado de los extremos de las membranas. La capa de material comprimible puede ser formada colocando capas de adhesivo de fusión en caliente sobre láminas de fibras, apilando opcionalmente múltiples láminas de las fibras juntas. Las fibras son entonces colocadas en un molde que comprime la banda de material comprimible para formar una cavidad generalmente sellada que contiene las fibras. Un material de embebido fundido es inyectado en la cavidad para rodear las membranas. El material de embebido es enfriado en el molde y se endurece formando un bloque de material de embebido sólido conectado de forma que se

50

pueda sellar a las membranas. Opcionalmente, se pueden proporcionar dos capas separadas de material comprimible en el haz. El molde comprime ambas capas para proporcionar una cavidad entre las dos capas que es llenada con material de embebido inyectado. En este caso, el líquido de fijación no fluye hacia los extremos de las membranas que permanecen abiertos.

- 5 En un método de fabricación de un cabezal que tiene membranas de fibra hueca embebidas, un método como se ha descrito anteriormente es utilizado para embeber las membranas en un bloque de material de embebido. En un método, el material de embebido es retirado del molde y luego cortado para reabrir los extremos de las fibras. El bloque de material de embebido es entonces sellado a una cubeta de cabezal para formar una zona de recogida de filtrado en comunicación con los extremos de la fibra. En otro método, un bloque de material de embebido formado entre dos
10 bandas de material comprimible es sellado a una cubeta de cabezal con los extremos abiertos de las fibras, y la capa de material comprimible más cercana a ellos, dentro de una zona de recogida de filtrado. En otro método, se forma un bloque de material de embebido entre dos bandas de material comprimible mientras al menos la banda de material comprimible más cercana a los extremos de las membranas es insertada en una cubeta de cabezal. Opcionalmente, ambas bandas de material comprimible pueden ser insertadas en la cubeta de cabezal. De este modo, se forma el
15 bloque de material de embebido en o alrededor, y se sella a, la parte superior de la cubeta de cabezal y las membranas al mismo tiempo.

Un método de embebido de membranas de fibra hueca puede comprender operaciones de formación de una cavidad sustancialmente cerrada alrededor de una parte de las membranas cerca de sus extremos. Un material de embebido líquido es inyectado en la cavidad y dejado solidificar en la cavidad. El material de embebido puede ser una resina
20 termoplástica o termoendurecible.

La memoria descriptiva también describe membranas o cabezales embebidos. En algunos casos, un conjunto de membranas envasadas tiene una banda de material comprimible, adhesivo y un bloque de un material de embebido termoplástico solidificado o moldeado por inyección de reacción. En algunos casos un conjunto de membranas embebidas tiene dos bandas de material comprimible adhesivo y un bloque de un material de embebido solidificado entre
25 las bandas. En otros casos, un conjunto como el descrito anteriormente tiene un bloque de material de embebido sellado a una cubeta de cabezal para formar una cavidad de filtrado en comunicación con los extremos de las membranas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirán a continuación ejemplos de realizaciones de la invención o invenciones con referencia a las siguientes figuras.

- 30 La fig. 1 muestra una vista en planta de una capa de material comprimible adhesivo colocado sobre una lámina de fibras.
La fig. 2 muestra una vista isométrica de las láminas de fibras de la fig. 1 ensambladas en un haz más grande de fibras que tiene una capa de material comprimible, adhesivo.
La fig. 3 es una vista isométrica cortada del haz de la fig. 2 insertado en un primer molde.
La fig. 4 muestra una vista isométrica cortada del haz de la fig. 2 insertado en un segundo molde.
35 La fig. 5 muestra una vista cortada de un haz embebido de membranas unido a una cubeta de cabezal.
La fig. 6 es una fotografía de un haz de fibras embebidas cortadas a través del material de embebido.
La fig. 7 es una imagen de un conjunto de membranas embebidas.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

- 40 La fig. 1 muestra una lámina 10 de membranas 12 de fibra hueca. La lámina 10 se forma colocando las membranas 12 sobre una superficie de soporte, tal como una mesa, de modo que las membranas 12 son generalmente paralelas entre sí pero separadas una de otras, por ejemplo desde 0,2 a 2 veces su diámetro, al menos en una región de embebido 14 cerca de sus extremos abiertos 16. Opcionalmente, la lámina 10 puede estar formada por cualquier método de formación de tejido adecuado y tiene fibras inertes que discurren transversalmente a través de las membranas 12 para ayudar a mantener las membranas 12 en posición. Además opcionalmente, la lámina 10 se puede formar
45 enrollando las membranas 12 sobre un tambor, preferiblemente a través de una guía que avance a través de la cara del tambor a una velocidad, relativa a la velocidad de rotación del tambor, que coloca las fibras en una espiral alrededor del tambor a una separación deseada. Las membranas 12 pueden tener diámetros, por ejemplo, de entre 0,5 y 2,5 mm y puede haber, por ejemplo, entre 50 y 400 membranas 12 en una lámina 10. La anchura de la lámina 10 puede ser, por ejemplo, de desde 400 mm a 1200 mm y la longitud de la lámina 10, y sus membranas 12 pueden ser, por ejemplo, de
50 entre 200 y 3200 mm. En diferentes figuras, las membranas 12 se han mostrado como cortadas a una longitud más corta para permitir que otras partes sean mostradas más grandes.

Una primera capa 18 de un adhesivo comprimible 20 es colocada sobre la lámina 10 de modo que los extremos 16 de

las membranas 12 y la primera capa 18 del adhesivo 20 están sobre lados opuestos de la región de embebido 14. El adhesivo 20 mantiene la lámina 10 junta. El adhesivo 20 también sella toda la circunferencia exterior de las membranas 12, aunque no es necesario que se forme un sellado perfecto estanco a las burbujas. La longitud, la anchura y el grosor de la primera capa 18 de adhesivo 20 son mantenidos a un tamaño que cooperará con un molde que se describirá a continuación. El adhesivo 20 puede ser termoplástico y aplicarse primero fundiéndolo de modo que pueda fluir sobre y alrededor de las membranas 12. El adhesivo 20 también puede ser fundido después de aplicarse a las membranas 12, o moldeado o conformado mientras es fundido para proporcionar una capa de forma más uniforme o de tamaño controlado más cuidadosamente. El adhesivo 20 también puede ser generalmente blando, de modo que sea comprimido más fácilmente en un sello con el molde, como se describirá a continuación, y que proporcione una capa amortiguadora para las membranas 12. Por ejemplo, el adhesivo 20 puede ser de un tipo referido normalmente como pegamento de fusión en caliente, que puede ser un polietileno o una mezcla de copolímeros de acetato etileno vinilo. Alternativamente, el adhesivo puede ser una resina tal como poliuretano o epoxi. Opcionalmente, una segunda capa 22 de adhesivo 20 también puede ser proporcionada de una manera como la descrita para la primera capa 18. Sin embargo, la segunda capa 22 es aplicada entre los extremos 16 y la región de embebido 14. La segunda capa 22 no cubre o llena los extremos 16 de las membranas 12. Sin embargo, la segunda capa 22 es colocada preferiblemente tan cerca como sea práctico a los extremos 16 de las membranas 12 sin cerrar los extremos 16 para reducir la longitud de las membranas 12 que sobresaldrán a, e interferirán con flujos de fluido en, la cavidad filtrada de un cabezal acabado.

La fig. 2 muestra un haz 24 de membranas 12 realizado apilando un número de láminas 10, por ejemplo entre 1 y 30 o entre 10 y 20 láminas 10 juntas. Las láminas 10 son apiladas de modo que las capas de adhesivo 18, 22 se colocan una encima de otra para formar generalmente un paralelepípedo. Opcionalmente, una o más láminas 10 pueden ser enrolladas juntas para formar generalmente un cilindro o realizadas en otras formas. Las láminas 10 pueden ser pegadas, soldadas o sujetadas juntas o simplemente mantenidas juntas manualmente o envolviendo una tira, alambre, banda u otra envolvente alrededor del haz 24.

La fig. 3 muestra el haz 24 colocado en un primer molde 30. El molde tiene una primera placa 32 y una segunda placa 34 que tienen superficies de contacto 36 y superficies de molde 38. Después de insertar el haz 24 entre las placas 32, 34, las placas 32, 34 son llevadas una hacia otra por tornillos de apriete, no mostrados, en los agujeros 40 de tornillo. Cuando las placas 32, 34 se mueven juntas, las superficies de contacto 36 comprimen las capas de adhesivo 18, 22 y crean un sello temporal. Una cavidad 44 es formada entre las superficies de molde 38 de las placas 32, 34, las capas de adhesivo 18, 22 y los extremos (no mostrados) del primer molde que entra en contacto con los extremos de las capas de adhesivo 18, 22. La región de embebido 14 del haz 24 está dentro de la cavidad 44. Una o más boquillas de entrada 42 permiten inyectar material de embebido fundido en la cavidad 44. Una o más espigas expulsoras 46 pueden ser utilizadas para sacar el haz 24 de la cavidad 44 después del embebido y secundariamente permitir la ventilación de aire de la cavidad 44. La cavidad 44 está sustancialmente cerrada porque rodea la región de embebido pero para agujeros de ventilación pequeños o espigas de inyección. Para completar el embebido de las membranas 12, el material de embebido fundido es inyectado en las boquillas 42 para llenar la cavidad 44. Las capas de adhesivo 18, 22 impiden que el material de embebido deje la cavidad 44. El material de embebido fluye alrededor del haz 24 y luego penetra en los espacios entre las membranas 12. El material de embebido es entonces enfriado suficientemente rápido para evitar daños a las membranas 12 o fusión excesiva de las capas de adhesivo 18, 22. Después de que el material de embebido se endurezca, las placas 32, 34 pueden ser alejadas unas de otras para retirar el haz 24 embebido. Las superficies interiores de la cavidad 44 habrán formado sustancialmente todas las superficies exteriores de masa solidificada de material de embebido. El material de embebido puede ser uno de los varios polímeros o resinas termoplásticos utilizados comúnmente en moldeo por inyección, tal como Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Polietileno de Alta Densidad (HDPE), Elastómero Termoplástico (TPE), Poliuretano Termoplástico (TPU), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Poliamida (PA), poliestireno (PS), Polipropileno (PP), Copolímeros de Polietileno o polímeros o pegamentos de fusión en caliente basados en Poliolefina, o cualquiera de estos materiales en una forma cargada, por ejemplo con carga de vidrio. Las membranas 12 también pueden ser de diferentes tipos de construcción conocida en la técnica, pero deben ser suficientemente resistentes para no ser aplastadas por el material de embebido inyectado. Por ejemplo, las membranas 12 pueden ser fibras reforzadas que tiene un soporte trenzado tales como las membranas hechas por ZENON Environmental Inc. para módulos ZEEWEED™ serie 500. El material de embebido puede tener un punto de fusión de 50°C o más.

Después de retirar el haz 24 embebido, puede unirse a una cubeta 52 de cabezal. Como se ha mostrado en la fig. 5, los extremos 16 de las membranas 12 son insertados en el interior de la cubeta 52 de filtrado donde se ha formado una cavidad 54 de filtrado (o alimentación). El material 50 de embebido es sellado a las paredes 56 de la cubeta 52 de cabezal para cerrar la cavidad 54 de filtrado/alimentación, pero para uno o más puertos 58 en la cubeta 52 de cabezal y los extremos 16 de las membranas 12. La conexión entre la cubeta 52 de filtrado y el material 50 de embebido se puede realizar por diferentes métodos tales como pegamento, soldadura o fijaciones mecánicas, opcionalmente a través de una junta u otro material intermedio. Además opcionalmente, el material de embebido puede ser cortado a lo largo de la línea 60 antes de su unión a la cubeta 52 de cabezal. Esto se puede hacer, por ejemplo, para proporcionar una cara interior 62 lisa si la cubeta 52 de cabezal ha de estar unida a la cara inferior 62 en lugar de a los lados 64 del bloque de material 50 de embebido. Cortar el material 50 de embebido también se puede hacer cuando se requiera para reabrir los extremos 16, de las membranas 12, por ejemplo si no se ha utilizado una capa inferior 22 de adhesivo 20 en un molde modificado utilizado para crear una cavidad que se extiende desde la primera capa 18 de adhesivo 20 hasta más allá de los

extremos 16 de las membranas 12.

La fig. 4 muestra un segundo molde 70. El segundo molde 70 es similar al primer molde 30 salvo que se ha configurado un conjunto de superficies de contacto 36 para aceptar una cubeta 52 de cabezal prefabricada. El haz 24 de membranas 12 es insertado en la cubeta 52 de cabezal de tal manera que la parte inferior de la segunda capa 22 de adhesivo 20 está por debajo del borde superior de la cubeta 52 de cabezal, mientras la parte inferior de la primera capa 18 de adhesivo 20 está por encima del borde superior de la cubeta 52 de cabezal. Cuando las placas 32, 34 son movidas juntas, un conjunto de superficies de contacto se comprime y se sella temporalmente contra la primera capa 18 de adhesivo 20 mientras otro conjunto de superficies de contacto 36 se comprime y se sella temporalmente contra la cubeta 52 de filtrado que a su vez se comprime y se sella contra la segunda capa 22 de adhesivo 20. Esto forma una cavidad 44 que incluye el área de embebido 14 y una región en la parte superior de la cubeta 52 de filtrado. La región en la parte superior de la cubeta 52 de filtrado puede estar dentro de la cubeta 52 de filtrado fuera de la cubeta 52 de filtrado, o ambas. Cuando el material de embebido fundido es inyectado, el material de embebido fluye entre y alrededor de las membranas 12 y, cuando es enfriado a un sólido, sella las membranas 12 entre sí y a la cubeta 52 de filtrado. Opcionalmente, las paredes de la cubeta 52 de cabezal podrían extenderse hacia arriba para solapar también la primera capa 18 de adhesivo 20 y estar provistas con un puerto para la inyección de material de embebido en el espacio entre las paredes de la cubeta 52 de cabezal. El interior de los lados del segundo molde 70 puede entonces estar al ras con los exteriores de la cubeta 52 de cabezal.

El moldeo por inyección del material de embebido como se ha descrito anteriormente puede ser realizado a presiones aplicada en el intervalo de 1-300 bar a temperaturas de 20-340 °C o 160-340 °C. El material de embebido debería permanecer como un sólido de suficiente resistencia en todas las aplicaciones previstas, que podría implicar contacto con fluido de hasta 60 °C o más. Se proporcionan a continuación las características de muestra del pegamento de fusión en caliente y del material de embebido:

Fusión en caliente	
Temperatura de Fusión	140-300 °C
Resistencia (Máxima)	1-4Mpa
Dureza (Shore "A")	Por encima de 40 shore "A"
MFI (g/10min a temperatura de fusión)	100-1000g/10min
Material de Embebido	
Temperatura de Fusión	160-340 °C
Resistencia (Máxima)	10-150Mpa
Módulo de Tracción	Por encima de 500Mpa
Dureza (Shore "A")	Por encima de 50 shore "A"
MFI (g/10min a temperature de fusión)	5-1000g/10min

Por ejemplo, las membranas 12, como se utilizan en módulos ZEEWEED™ serie 500 por Zenon Environmental Inc., fueron embebidas en un primer molde 30 que utiliza 3 tipos de polipropileno, que tienen índices de flujo de fusión de entre aproximadamente 10 g/10 min y 1000 g/10 min. Se obtuvieron resultados satisfactorios en haces 24 de embebido que tienen 14 láminas 10 de membranas 12 que utilizan temperaturas entre 195 y 230 °C y presiones de inyección entre 90 y 110 bar. La fig. 6 muestra tal haz 24 embebido cortado a través del material 50 de embebido de polipropileno. La fig. 7 es una fotografía del exterior de otro haz.

Los procesos y aparatos descritos anteriormente también pueden ser utilizados con sistemas de resina de reacción química. En tal caso, el polímero líquido puede ser creado mezclando dos o más componentes químicamente reactivos. El líquido es inyectado aún bajo presión, y pueden transferir aún calor al molde debido a una reacción exotérmica, pero el material de embebido se solidifica por reacción química. Utilizando resinas de embebido convencionales, los métodos y aparatos anteriores puede proporcionar aún beneficios tales como evitar la necesidad de centrifugar o materiales de embebido fugitivos mientras que inhiben aún al material de embebido de mover lentamente las fibras antes de solidificar. Sin embargo, cuando el material de embebido líquido es creado e inyectado de acuerdo con un proceso de moldeo por inyección de reacción, el tiempo de inyección y de curado puede estar en el intervalo de 5 minutos o menos o 2 minutos o menos. En moldeo por inyección de reacción dos componentes líquidos químicamente reactivos, por ejemplo isocianato y polioli son mantenidos cada uno en depósitos de alimentación separados agitados y de temperatura controlada. Desde estos depósitos, los líquidos son enviados a través de tuberías de suministro y unidades de dosificación bajo alta presión a un dispositivo de cabeza de mezclado que tiene una salida conectada a la cavidad 44. Para inyectar el material de embebido líquido, se abren válvulas en la cabeza de mezclado permitiendo que los líquidos

pasen a la cabeza de mezclado, donde se mezclan, y a la cavidad 44. Aunque las presiones en la cabeza de mezclado son muy altas, por ejemplo por encima de 1.000 psi, la presión que deja la cabeza de mezclado puede ser tan baja como ligeramente por encima de la presión atmosférica. Los líquidos solidificados se curan en la cavidad 44 en un bloque sólido de material de embebido, por ejemplo poliuretano. Después del curado, el conjunto de membrana puede ser desmoldado.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método de producción de un módulo de membrana que comprende las operaciones de:
- 5 a) formar un haz de membranas de fibra hueca, las membranas mantenidas juntas por una capa de material adhesivo separada de los extremos de las membranas para proporcionar una región de embebido entre la capa de material adhesivo y los extremos de las membranas;
- b) colocar el haz de membranas en un molde en donde el molde se sella contra el material adhesivo para formar una cavidad sustancialmente cerrada que rodee la región de embebido;
- c) inyectar un material de embebido líquido en la cavidad de tal manera que el material de embebido fluya alrededor de las membranas; y,
- 10 d) solidificar el material de embebido en un cierre hermético con las membranas, en donde la operación (c) comprende mezclar al menos dos componentes químicamente reactivos para formar el material de embebido líquido, y al menos los dos componentes químicamente reactivos son partes de una reacción de moldeo por inyección termoendurecible.
- 15 2. El método de la reivindicación 1 en el que el material de embebido es un material termoplástico que es hecho líquido fundiéndolo y es solidificado enfriándolo.
3. El método de la reivindicación 1 en el que el material de embebido es una resina termoendurecible.
4. El método de la reivindicación 1 en el que el haz está formado con una segunda capa de material adhesivo sobre el lado opuesto de la región de embebido a partir del primer material, y la cavidad está formada en parte por la segunda capa de material adhesivo.
- 20 5. El método de la reivindicación 4 en el que la cavidad está formada en parte por el molde sellándolo contra la segunda capa de material adhesivo.
6. El método de la reivindicación 4 en el que la cavidad está formada en parte por el molde sellándolo contra una cubeta de filtrado que rodea los extremos de las membranas y sellando la cubeta de filtrado contra la segunda capa de adhesivo, estando la cavidad dispuesta para incluir también una parte de la superficie de las paredes de la cubeta de filtrado.
- 25 7. El método de la reivindicación 6 en el que la cubeta de filtrado es sellada contra ambas capas de adhesivo.
8. El método de la reivindicación 1 que comprende además sellar el material de embebido a una cubeta de filtrado para formar una cavidad de fluido en la cubeta de filtrado en comunicación con los extremos de las membranas.
- 30 9. El método de la reivindicación 1 en el que el material de embebido es un material termoplástico y la operación (c) comprende una operación de fusión del material termoplástico.

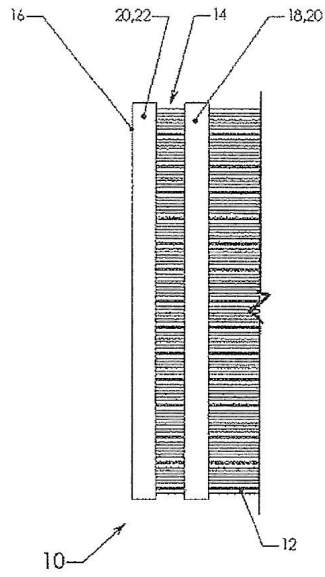


Figura 1

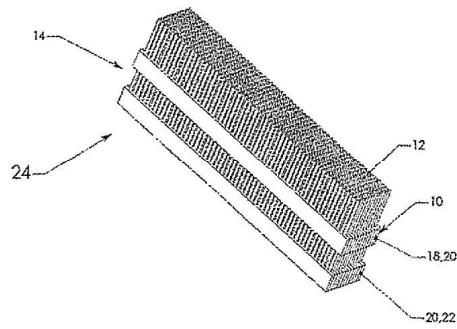


Figura 2

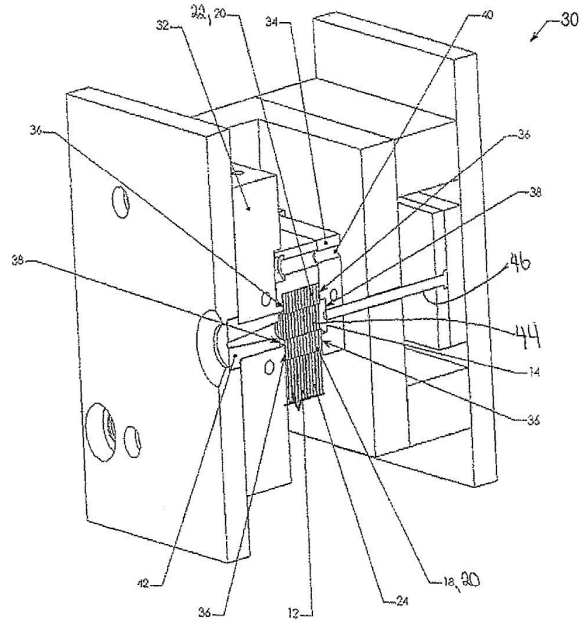


Figura 3

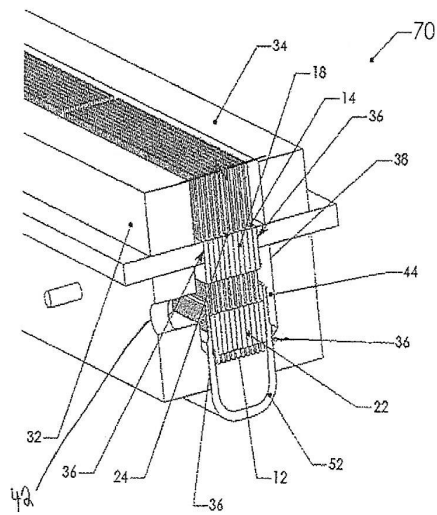


Figura 4

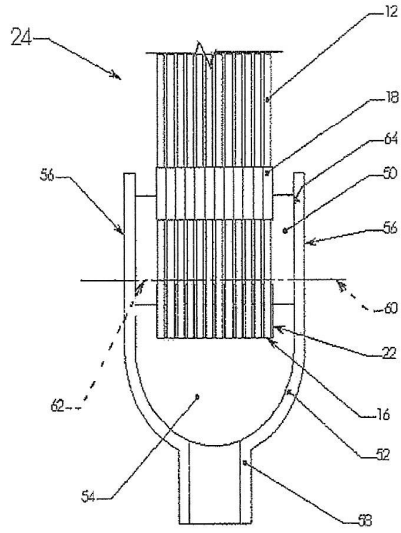


Figura 5

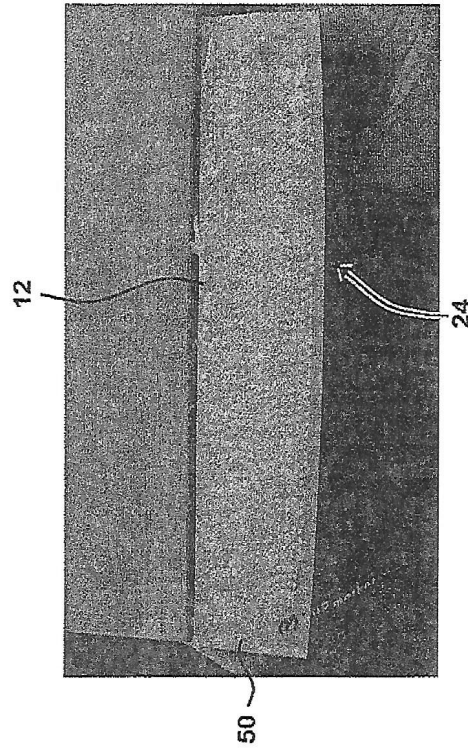


Figure 6

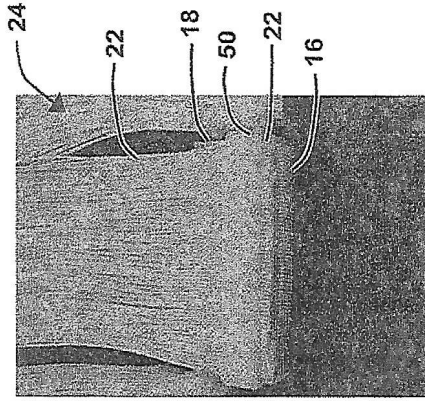


Figure 7