

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 775**

51 Int. Cl.:
B01D 69/08 (2006.01)
B01D 63/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05810548 .7**
96 Fecha de presentación: **25.10.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1812148**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.08.2007**

54 Título: **Elemento de soporte para un módulo de membranas de fibra hueca y procedimiento de encapsulamiento de fibras huecas**

30 Prioridad:
26.10.2004 CA 2486677
28.10.2004 US 623540 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.04.2012

73 Titular/es:
**Zenon Technology Partnership
The Corporation Trust Company Corporation
Trust Centre, 1209 Orange Street
Wilmington, Delaware 19801, US**

72 Inventor/es:
**SZABO, Robert;
BAKOS, Gabor;
PALINKAS, Attila y
PEDERSEN, Steven Kristian**

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 378 775 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Elemento de soporte para un módulo de membranas de fibra hueca y procedimiento de encapsulamiento de fibras huecas

Campo

- 5 La presente memoria descriptiva puede referirse a procedimientos de encapsulamiento de membranas de fibra hueca, a procedimientos de fabricación de elementos de soporte para módulos de membranas de fibra hueca, a membranas de fibra hueca encapsuladas o a elementos de soporte o módulos de membranas de fibra hueca encapsuladas.

Antecedentes

- 10 La siguiente descripción no admite, ni implica, que el aparato o procedimiento que se explica a continuación se pueda citar como técnica anterior o parte de los conocimientos generales de una persona experta en la materia en cualquier país particular.

- 15 Con el fin de filtrar o permear con membranas de fibra hueca, un gran número de finas fibras huecas deben fijarse a un elemento de soporte, de tal manera que sus superficies exteriores se cierren cada una completamente herméticamente al exterior del elemento de soporte pero sus lúmenes están abiertos a un espacio interior en el elemento de soporte. El espacio interior del elemento de soporte se conecta entonces a una fuente de aspiración o presión para crear una presión transmembra a través de las paredes de las membranas y transportar los fluidos hacia o desde los lúmenes de las membranas.

- 20 En la patente de Estados Unidos N ° 5.639.373, los extremos de una matriz de fibras se sumergen en un líquido fugitivo, tal como una cera, hasta que el líquido fugitivo se solidifica alrededor de los mismos. Un líquido de fijación, tal como una resina, se vierte entonces sobre el líquido fugitivo y se deja endurecer alrededor de las membranas. El líquido fugitivo se retira entonces, por ejemplo por calentamiento o por disolución, dejando a los lúmenes de las membranas abiertos al espacio anteriormente ocupado por el líquido fugitivo. En la patente de estados Unidos N° 6.042.677, se utiliza un proceso similar pero la matriz de fibras se mantiene en un lecho de polvo que se utiliza en lugar del líquido fugitivo solidificado. De acuerdo con el documento WO 01/85315 las fibras se fijan previamente con una sola banda de adhesivo antes del encapsulamiento.

- 25 En la patente de Estados Unidos N° 5.922.201, una fibra hueca continua se transforma en un tejido de tal manera que las longitudes adyacentes de las fibras están separadas unas de otras y no tienen extremos abiertos. Un borde del tejido se inserta en un bote de resina líquida que se centrifuga o se hacen vibrar a medida que se cura para estimular el flujo en los espacios entre las fibras. Después que la resina se cura, el bloque de resina y fibra se corta para separar el tejido en longitudes individuales de fibras que tienen extremos abiertos. El bloque de resina se encola o une posteriormente a través de juntas al resto de un elemento de soporte. El documento US 4 138 460 desvela un procedimiento para encapsular un manojo de fibras mediante moldeo por inyección.

- 30 En solicitud de patente europea N° EP 0 931 582, se utiliza una tubería elástica para fabricar un elemento de soporte. Una abertura se corta en la tubería y se construye un vertedero alrededor de la abertura. Los extremos abiertos de las membranas de fibra hueca se insertan en la abertura tirando primero de la abertura abierta y permitiendo después que se cierre sobre las membranas. La resina líquida se vierte sobre los extremos de las membranas y se retiene en posición por el vertedero hasta que se cura. La tensión superficial impide que la resina fluya a través de la abertura en los espacios entre las fibras adyacentes.

Sumario

40 La invención se define en las reivindicaciones.

- 45 Los inventores han observado diversas dificultades con los procedimientos de encapsulamiento de la técnica anterior. En particular, el uso de líquidos curables, resinosos crea diversos inconvenientes. Por ejemplo, los materiales curables, tales como poliuretano, epoxi o silicona son costosos. El tiempo requerido para curar estos materiales también es 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 también pueden requerir cuidadosos procedimientos de mezcla o curado, o pueden liberar productos químicos nocivos a medida que se curan. La capilaridad de la resina líquida hasta la longitud de las fibras antes del curado también puede ser un problema.

- 50 En un procedimiento para encapsular membranas de fibra hueca, las membranas se proporcionan en un manojo que tiene una capa de un material compresible que rodea las membranas en un plano separado de los extremos de las membranas. La capa de material compresible se puede formar mediante la colocación de capas de adhesivo, tal como un adhesivo de fusión en caliente sobre las láminas de fibras, apilando opcionalmente varias láminas de fibras entre sí. Las fibras se colocan después en un molde que comprime la banda de material compresible para formar una cavidad generalmente cerrada herméticamente que contiene las fibras. Un material de encapsulamiento fundido se inyecta en la cavidad para rodear las membranas. El material de encapsulamiento se enfría en el molde y se

endurece formando un bloque de material de encapsulamiento sólido conectado herméticamente a las membranas. Dos capas de material compresible separadas entre sí se proporcionan en el manajo. El molde comprime ambas capas para proporcionar una cavidad entre las dos capas que se carga con material de encapsulamiento termoplástico inyectado. En este caso, el líquido de fijación no fluye a los extremos de las membranas que permanecen abiertos.

En un procedimiento para fabricar un elemento de soporte que tiene membranas de fibra hueca encapsuladas, se utiliza un procedimiento como se ha descrito anteriormente para transformar las membranas en un bloque de material de encapsulamiento. En un procedimiento, el material de encapsulamiento se retira del molde y luego se corta para volver a abrir los extremos de las fibras. El bloque de material de encapsulamiento se sella después a una bandeja del elemento de soporte para formar una zona de recogida de permeado en comunicación con los extremos de las fibras. En otro procedimiento, un bloque de material de encapsulamiento formado entre dos bandas de material compresible se sella a una bandeja del elemento de soporte con los extremos abiertos de las fibras, y la capa de material compresible más cercano a los mismos, dentro de una zona de recogida de permeado. En otro procedimiento, un bloque de material de encapsulamiento se forma entre dos bandas de material compresible, mientras que la banda de material compresible más cercana a los extremos de las membranas se inserta en una bandeja del elemento de soporte. De esta manera, el bloque de material de encapsulamiento se forma dentro o alrededor de, y sella a, la parte superior de la bandeja del elemento de soporte y de las membranas, al mismo tiempo.

En otros aspectos, la memoria descriptiva describe las membranas encapsuladas o elementos de soporte.

Breve descripción de los dibujos

Ejemplos de realizaciones de la invención o invenciones se describirán a continuación con referencia a las siguientes figuras.

La Figura 1 muestra una vista en planta de una capa de material compresible adhesivo colocado sobre una lámina de fibras.

La Figura 2 muestra una vista isométrica de láminas de fibras de la Figura 1 ensambladas en un gran manajo de fibras que tienen una capa de material compresible adhesivo.

La Figura 3 es una vista en corte isométrica del manajo de la Figura 2 que se inserta en un primer molde.

La Figura 4 muestra una vista en corte isométrica del manajo de la Figura 2 que se inserta en un segundo molde.

La Figura 5 muestra una vista en corte de un manajo de membranas encapsuladas unido a una bandeja del elemento de soporte.

La Figura 6 es una fotografía de un manajo de fibras encapsuladas cortado a través del material de encapsulamiento.

La Figura 7 es una imagen de un conjunto de membranas encapsuladas.

Descripción de las realizaciones

La Figura 1 muestra una lámina 10 de membranas de fibra hueca 12. La lámina 10 se forma colocando las membranas 12 en una superficie de apoyo, tal como una mesa, de modo que las membranas 12 están por lo general paralelas entre sí, pero separadas unos de otros, por ejemplo, entre 0,2 y 2 veces su diámetro, al menos en una región de encapsulamiento 14 cerca de sus extremos abiertos 16. Opcionalmente, la lámina 10 se puede formar por cualquier procedimiento de formación de tejido adecuado y tiene fibras inertes que se extienden transversalmente a través de las membranas 12 para ayudar a mantener las membranas 12 en posición. Además, opcionalmente, la lámina 10 se puede formar enrollando las membranas 12 sobre un tambor, preferiblemente a través de una guía que avanza a través de la cara del tambor a una velocidad, en relación con la velocidad de giro del tambor, lo que coloca las fibras en un espiral alrededor del tambor a una separación deseada. Las membranas 12 pueden tener diámetros, por ejemplo, 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 400 mm a 1200 mm y la longitud de la lámina 10, y sus membranas 12, puede ser, por ejemplo, entre 200 y 3200 mm. En diversas Figuras, las membranas 12 se muestran como corte de una longitud más corta para permitir que otras partes se muestren más grandes.

Una primera capa 18 de un adhesivo compresible 20 se coloca sobre la lámina 10, de modo que los extremos 16 de las membranas 12 y la primera capa 18 de adhesivo 20 están en lados opuestos de la región de encapsulamiento 14. El adhesivo 20 sostiene la lámina 10 juntos. El adhesivo 20 sella también toda la circunferencia exterior de las membranas 12, aunque no se necesita que se forme un sello hermético a burbujas perfecto. La longitud, anchura y espesor de la primera capa 18 de adhesivo 20 se mantienen a un tamaño que va a cooperar con un molde que se describe a continuación. El adhesivo 20 puede ser termoplástico y se aplica fundiéndolo primero, de modo que pueda fluir sobre y alrededor de las membranas 12. El adhesivo 20 también puede fundirse después de su

aplicación a las membranas 12, o moldearse o conformarse mientras está fundido para proporcionar una capa de forma más uniforme o de un tamaño controlado más cuidadosamente. El adhesivo 20 puede ser también generalmente suave, con el fin de comprimirse más fácilmente en un sello con el molde, como se describirá más adelante, y para proporcionar una capa de acolchado para las membranas 12. Por ejemplo, el adhesivo 20 puede ser de un tipo que normalmente se denomina cola de fusión en caliente, que puede ser un polietileno o una mezcla de copolímeros de etilenvinil acetato. Como alternativa, el adhesivo puede ser una resina tal como poliuretano o epoxi. Opcionalmente, una segunda capa 22 de adhesivo 20 se puede proporcionar también en una forma como se ha descrito para la primera capa 18. Sin embargo, la segunda capa 22 se aplica entre los extremos 16 y la región de encapsulamiento 14. La segunda capa 22 no cubre o rellena los extremos 16 de las membranas 12. Sin embargo, la segunda capa 22 se coloca preferiblemente lo más cerca posible a los extremos 16 de las membranas 12 sin cerrar los extremos 16 para reducir la longitud de las membranas 12 que sobresaldrán en, e interferirán con las corrientes de fluidos en, la cavidad de permeado de un elemento de soporte acabado.

La Figura 2 muestra un manajo 24 de membranas 12 fabricado apilando una serie de láminas 10, por ejemplo entre 1 y 30 o entre 10 y 20 láminas 10 juntas. Las láminas 10 se apilan de modo que las capas adhesivas 18, 22 se colocan una encima de otra para formar generalmente un paralelepípedo. Opcionalmente, una o más láminas 10 se pueden enrollar para formar generalmente un cilindro, o hacerse en otras formas. Las láminas 10 se pueden pegar, soldar o sujetarse entre sí, o simplemente se mantienen unidas manualmente o envolviendo una cadena, alambre, banda u otra envoltura alrededor del manajo 24.

La Figura 3 muestra el manajo 24 colocado en un primer molde 30. El molde tiene una primera placa 32 y una segunda placa 34 que tiene superficies de contacto 36 y superficies de molde 38. Después que el manajo 24 se inserta entre las placas 32, 34, las placas 32, 34 se llevan una hacia la otra apretando tornillos, no mostrados, en orificios de tornillos 40. A medida que las placas 32, 34 se mueven juntas, las superficies de contacto 36 comprimen las capas adhesivas 18, 22 y crean un sello temporal. Una cavidad 44 se forma entre las superficies del molde 38 de las placas 32, 34, las capas adhesivas 18, 22 y los extremos (no mostrados) del primer molde que entran en contacto con los extremos de las capas adhesivas 18, 22. La región de encapsulamiento 14 del manajo 24 está dentro de la cavidad 44. Una o más boquillas de entrada 42 permiten que el material de encapsulamiento fundido se inyecte en la cavidad 44. Uno o más pines de eyección 46 se pueden utilizar para obtener el manajo 24 fuera de la cavidad 44 después del encapsulamiento y, secundariamente, para permitir la ventilación de aire de la cavidad 44. Para completar el encapsulamiento de las membranas 12, el material de encapsulamiento fundido se inyecta en las boquillas 42 para llenar la cavidad 44. Las capas adhesivas 18, 22 evitan que el material de encapsulamiento abandone la cavidad 44. El material de encapsulamiento fluye alrededor del manajo 24 y luego penetra en los espacios entre las membranas 12. El material de encapsulamiento se enfría a continuación con suficiente rapidez para evitar daños en las membranas 12 o una fusión excesiva de las capas adhesivas 18, 22. Después que se endurece el material de encapsulamiento, las placas 32, 34 se pueden separar unas de otras para retirar el manajo encapsulado 24. El material de encapsulamiento puede ser uno de los varios polímeros termoplásticos comúnmente utilizados en el moldeo por inyección, tales como polipropileno (PP), polietileno (PE), polietileno de alta densidad (HDPE), elastómero monoplástico (TPE), poliuretano termoplástico (TPU), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), poliamida (PA), poliestireno (PS), polipropileno (PP), copolímeros de polietileno o poliolefina en base a polímeros o pegamentos termofusibles, o cualquiera de estos materiales en una forma llena, por ejemplo relleno con vidrio. Las membranas 12 pueden tener también varios tipos de construcción conocidas en la técnica, pero deben ser lo suficientemente fuertes para no aplastarse por el material de encapsulamiento inyectado. Por ejemplo, las membranas 12 pueden ser fibras reforzadas con un apoyo trenzado tales como las membranas fabricadas por ZENON Environmental Inc. para los módulos ZEEWEED™ serie 500.

Después de que el manajo encapsulado 24 se retira, se puede conectar a una bandeja del elemento de soporte 52. Como se muestra en la Figura 5, los extremos 16 de las membranas 12 se insertan en el interior de la bandeja de permeado 52 en la que una cavidad de permeado (o alimentación) 54 se forma. El material de encapsulamiento 50 se sella a las paredes 56 de la bandeja del elemento de soporte 52 para cerrar la cavidad de permeado/alimentación 54, pero para uno o más puertos 58 en la bandeja del elemento de soporte 52 y los extremos 16 de las membranas 12. La conexión entre la bandeja de permeado 52 y el material de encapsulamiento 50 se puede realizar por varios procedimientos, tales como, encolado, soldadura o sujeciones mecánicas, opcionalmente a través de una junta u otro material intermedio. Además, opcionalmente, el material de encapsulamiento se puede cortar a lo largo de la línea 60 antes de la fijación a la bandeja del elemento de soporte 52. Esto puede hacerse, por ejemplo, para proporcionar una cara interior uniforme 62 si la bandeja del elemento de soporte 52 se va a unir a la cara inferior 62 en lugar de a los lados 64 del bloque de material de encapsulamiento 50. El corte del material de encapsulamiento 50 se puede realizar también cuando sea necesario volver a abrir los extremos 16 de las membranas 12, por ejemplo, si una capa inferior 22 de adhesivo 20 no se utiliza en un molde modificado utilizado para crear una cavidad que se extiende desde la primera la capa 18 de adhesivo 20 a más allá de los extremos 16 de las membranas 12.

La Figura 4 muestra un segundo molde 70. El segundo molde 70 es similar al primer molde 30, excepto que un conjunto de superficies de contacto 36 se han configurado para aceptar una bandeja del elemento de soporte prefabricada 52. El manajo 24 de las membranas 12 se inserta en la bandeja del elemento de soporte de 52 de tal forma que la parte inferior de la segunda capa 22 de adhesivo 20 está por debajo del borde superior de la bandeja del elemento de soporte 52, mientras que la parte inferior de la primera capa 18 de adhesivo 20 está por encima del

borde superior de la bandeja del elemento de soporte 52. Cuando las placas 32, 34 se mueven juntas, un conjunto de superficies de contacto se comprime y sella temporalmente contra la primera capa 18 de adhesivo 20, mientras que otro conjunto de superficies de contacto 36 se prensa y sella temporalmente contra la bandeja de permeado 52 que a su vez se comprime y sella contra la segunda capa 22 de adhesivo 20. Esto forma una cavidad 44 que incluye un área de encapsulamiento 14 y una región en la parte superior de la bandeja de permeado 52. La región en la parte superior de la bandeja de permeado 52 puede estar dentro de bandeja de permeado 52, fuera de la bandeja de permeado 52, o ambos. Cuando el material de encapsulamiento fundido se inyecta, el material de encapsulamiento fluye entre y alrededor de las membranas 12 y, cuando se enfría a un sólido, sella las membranas 12 una con respecto a la otra y a la bandeja de permeado 52.

El moldeo por inyección del material de encapsulamiento como se ha descrito anteriormente, se puede realizar a presiones aplicadas en el intervalo de 1-300 bar a temperaturas de 20-340°C o de 160-340°C. El material de material de encapsulamiento debe seguir siendo un sólido con resistencia suficiente en todas las aplicaciones previstas, que podría implicar el contacto con fluidos de hasta 60°C o más. Características de la muestra de la cola adhesiva en caliente y del material de encapsulamiento termoplástico se proporcionan a continuación:

Cola adhesiva en caliente	
Temperatura de fusión	140-300°C
Resistencia (Ultimate)	1-4Mpa
Dureza (Shore "A")	Más de 40 Shore "A"
MFI (g/10 min a temperatura de fusión)	100-1000g/10 min
Material de encapsulamiento	
Temperatura de fusión	160-340°C
Resistencia (Ultimate)	10-150Mpa
Modulo de tracción	Más de 500Mpa
Dureza (Shore "A")	Más de 50 Shore "A"
MFI (g/10 min a temperatura de fusión)	5-1000g/10 min

Por ejemplo, las membranas 12, tal como se utiliza en los módulos ZEEWEED™ serie 500 de Zenon Environmental Inc. se han encapsulado en un primer molde 30 que utiliza 3 tipos de polipropileno, que tiene índices de flujo de fusión entre aproximadamente 10 g/10 min y 1000 g/10 min. Se obtuvieron resultados satisfactorios en manojos de encapsulamiento 24 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 Figura 6 muestra un manajo de encapsulamiento 24 cortado a través del material de encapsulamiento 50 de polipropileno. La Figura 7 es una fotografía de la parte exterior de otro de tales manojos.

La invención se puede implementar con muchas variaciones de las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, pero sin limitación, la invención se puede utilizar con membranas tubulares.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para encapsular membranas de fibra hueca que comprende las etapas de:
- 5 a) formar un manojo de membranas de fibra hueca (12), manteniéndose juntas las membranas por una capa de material adhesivo (18) separada de los extremos de las membranas para proporcionar una región de encapsulamiento entre la capa de material adhesivo y los extremos de las membranas; y una segunda
 - 10 b) colocar el manojo de membranas en un molde (32, 34) en el que el molde se sella contra el material adhesivo para completar la cavidad (44) de la región del encapsulamiento,
 - c) inyectar un material de encapsulamiento líquido dentro de la cavidad (44) de tal manera que el material de encapsulamiento fluye alrededor de las membranas (12), y en el que el material de encapsulamiento es un material termoplástico que se fabrica de líquido fundiéndolo y solidificándolo mediante enfriamiento;
 - 15 d) solidificar el material de encapsulamiento en un sello con las membranas; y,
 - e) retirar el manojo de membranas del molde.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el material de encapsulamiento solidificado se corta a través de las fibras para proporcionar una cara del material de encapsulamiento que tiene extremos abiertos de las membranas a ras con la cara.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cavidad está formada en parte por el sellado del molde contra
- 20 la segunda capa de material adhesivo.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la cavidad está formada en parte por el sellado del molde contra una bandeja de permeado (52) que rodea los extremos de las membranas y
- sellándose la bandeja de permeado (52) contra la segunda capa de adhesivo, la cavidad dispuesta para incluir también una parte de la superficie de las paredes de la bandeja de permeado.
5. Un procedimiento para crear un elemento de soporte que comprende las etapas de crear un conjunto de fibras huecas encapsuladas en un material de encapsulamiento de acuerdo con la reivindicación 1, y el sellado del material de encapsulamiento a una bandeja de permeado para formar una cavidad de fluido en la bandeja de permeado en comunicación con los extremos de las membranas.
- 25
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de formar el manojo de membranas en la etapa (a) comprende además proporcionar una lámina de membranas y colocar una capa de adhesivo de fusión en caliente
- 30 sobre la lámina de membranas.
7. El procedimiento de la reivindicación 6 que comprende además una etapa de apilar una pluralidad de las láminas de la reivindicación 6 con sus respectivas capas adhesivas una encima de la otra.

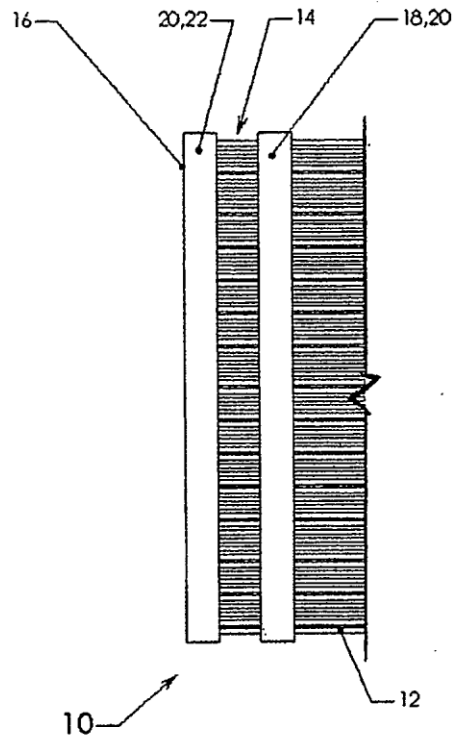


Figura 1

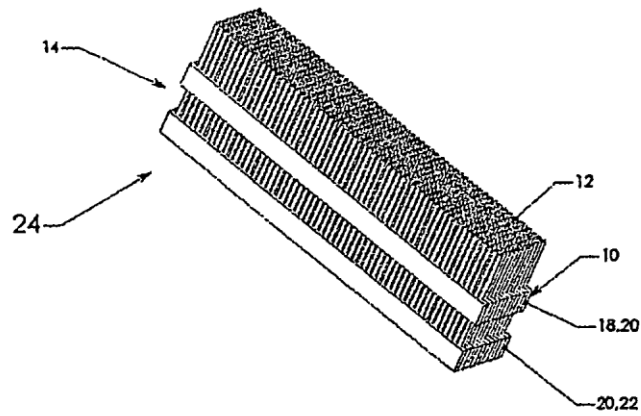


Figura 2

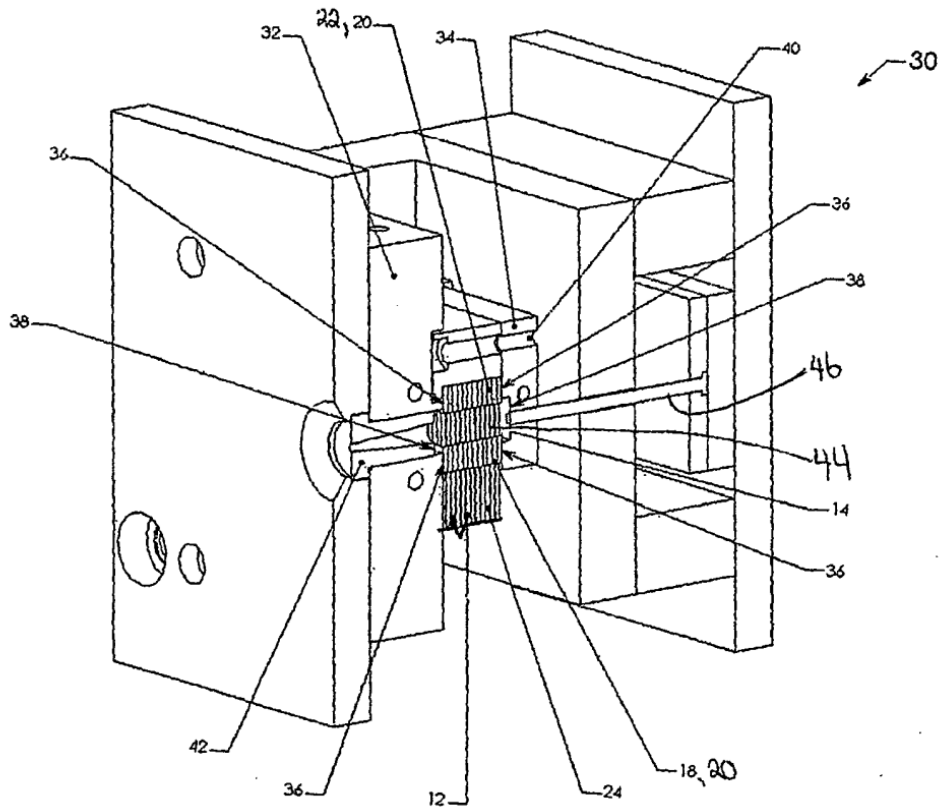


Figura 3

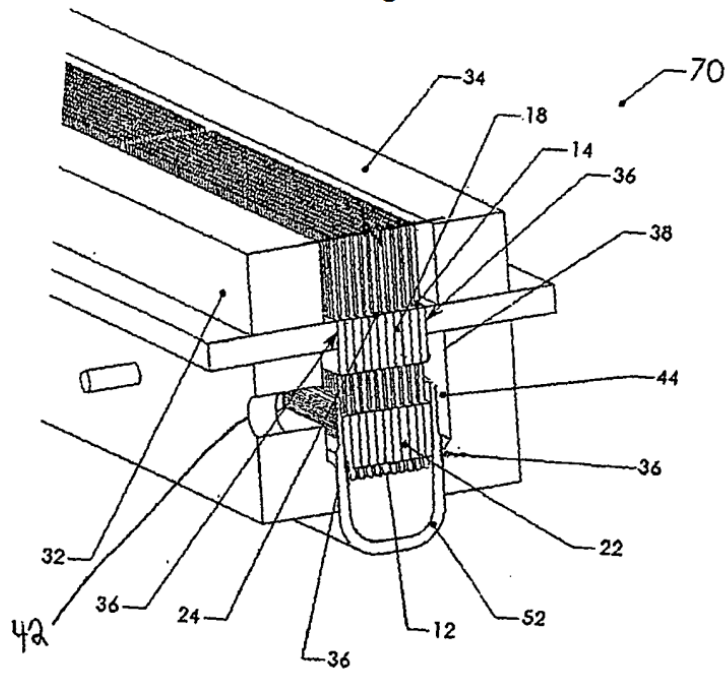


Figura 4

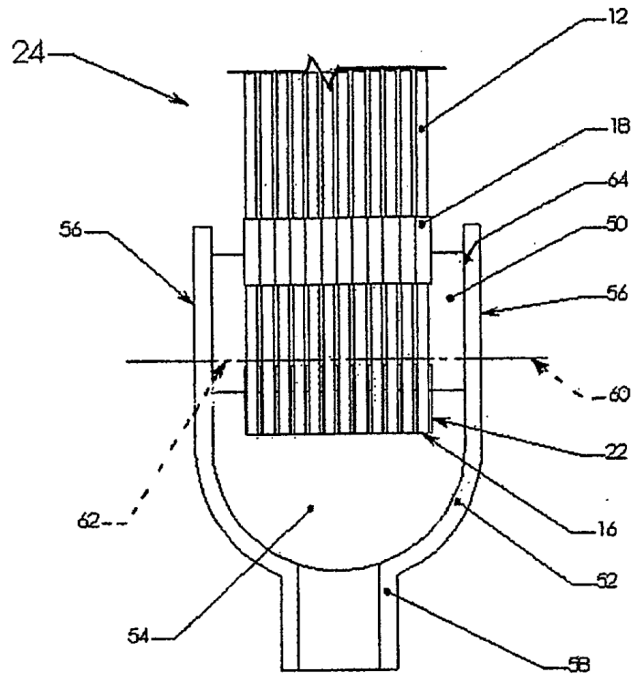


Figura 5

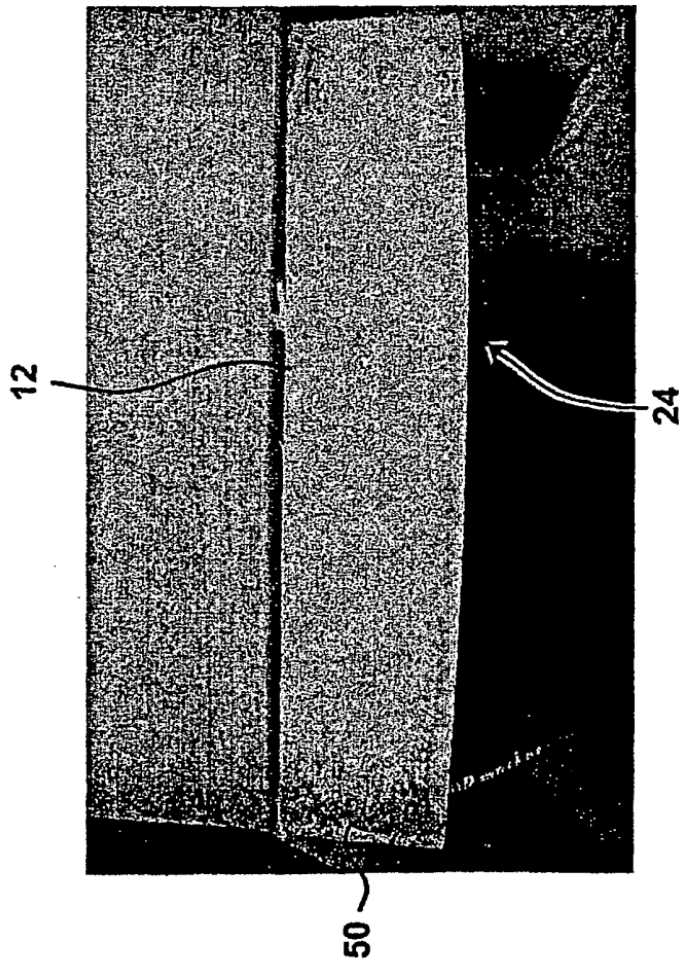


Figure 6

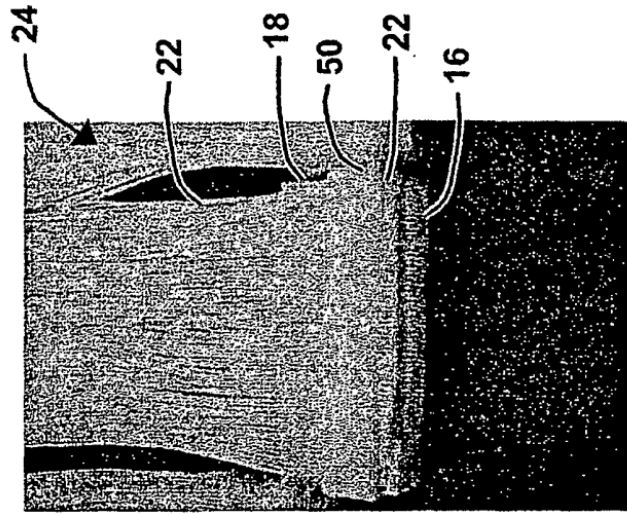


Figure 7