

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 451**

51 Int. Cl.:

**B29D 28/00** (2006.01)

**B29C 65/08** (2006.01)

**B29C 65/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2013 PCT/US2013/053891**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14031337**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2013 E 13752750 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 2888101**

54 Título: **Soldadura trenzada**

30 Prioridad:  
**23.08.2012 US 201213592424**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.07.2020**

73 Titular/es:  
**BL TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)  
5951 Clearwater Drive  
Minnetonka, MN 55341, US**

72 Inventor/es:  
**BATOR, ZSOLT**

74 Agente/Representante:  
**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 770 451 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**

Soldadura trenzada

**Campo**

5 La presente memoria descriptiva se refiere a membranas de fibras huecas y a un aparato y procedimiento para la fabricación de estructuras de soporte para las membranas de fibra hueca.

**Antecedentes**

10 La patente US 6.354.444 divulga una membrana asimétrica que comprende una película polimérica tubular soportada en una trenza tubular. La trenza es flexible pero lo suficientemente fuerte como para soportar la flexión y el estiramiento cuando la membrana se usa para microfiltración (MF) o ultrafiltración (UF). La trenza se prefabrica de acuerdo con los parámetros físicos especificados, de modo que la trenza tiene un espesor de pared en el intervalo de 0,2 mm a 1,0 mm y una permeabilidad al aire limitada. La película polimérica tubular tiene un espesor de menos de 0,2 mm y se forma al echar un dopante sobre la trenza mientras la trenza se alimenta a través de una boquilla de recubrimiento. Aunque la trenza es autoportante, la boquilla de recubrimiento incluye un orificio de redondeo para garantizar que la trenza sea completamente redonda antes de que el dopante la recubra. La película polimérica tubular está soportada en la superficie circunferencial externa de la trenza sin que la trenza esté incrustada en la película polimérica tubular. La trenza recubierta viaja a través de un tanque de coagulación en el que el dopante se convierte en la película polimérica.

20 La Publicación Internacional Número WO 2010/148517 divulga varios procedimientos de fabricación de membranas de fibras huecas con refuerzo textil no trenzadas. Algunos de los procedimientos proporcionan una estructura de refuerzo que incluye filamentos que se extienden alrededor de la circunferencia de la membrana, pero sin que los filamentos formen parte de una estructura trenzada o tejida. Algunas de las estructuras de refuerzo también incluyen filamentos longitudinales. Las estructuras de refuerzo están incrustadas en la pared de la membrana. Las membranas tienen una relación de diámetros internos a externos de 0,5 o más.

25 La patente US n.º 4.274.539 divulga un empaquetado de red termoplástico tubular de extremos sellados, que comprende una red angularmente retorcida para estirar en forma a modo de cuerda estirada entre una matriz y la platina de un brazo de soldadura ultrasónica que hace un sello fundido integrando todos los hilos de la red en un sitio.

**Introducción**

30 Lo siguiente está destinado a introducir al lector a la descripción detallada que sigue y no para limitar o definir las reivindicaciones.

Esta especificación describe un aparato y un procedimiento para fabricar una estructura de soporte para una membrana de fibra hueca. El aparato comprende un dispositivo de formación de soporte tubular y un dispositivo de soldadura ultrasónica. El procedimiento comprende las etapas de disponer un conjunto de filamentos en una estructura de soporte tubular y soldar sónicamente los filamentos en puntos de intersección entre los filamentos.

35 Esta especificación describe un procedimiento y aparato para la fabricación de una membrana de fibra hueca. El aparato comprende un aparato para fabricar un soporte como se describe anteriormente y una boquilla de recubrimiento. El procedimiento comprende las etapas descritos anteriormente para fabricar un soporte y una etapa de incorporar el soporte en una membrana de fibra hueca.

40 Esta especificación también describe una membrana de fibra hueca. La membrana comprende una pared polimérica y una estructura de soporte tubular. La estructura de soporte tubular comprende filamentos que se cruzan entre sí tanto en dirección circunferencial como radial. Los filamentos se sueldan en puntos de intersección entre ellos.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato para fabricar una estructura de soporte tubular y una membrana de fibra hueca soportada.

45 La figura 2 es una ilustración esquemática de una porción de un soporte trenzado.

La figura 3 es una ilustración esquemática en sección transversal de una máquina de soldadura ultrasónica y una guía de recolección, siendo la guía de recolección parte de una máquina para colocar filamentos en una estructura de soporte tubular, en donde la guía de recolección está ubicada delante de la máquina de soldadura.

50 La figura 4 es una vista en sección transversal de un cabezal de sonotrodo de la máquina de soldadura ultrasónica de la figura 3 tomada a lo largo de la línea 4-4 en la figura 3.

La figura 5 es una ilustración esquemática en sección transversal de otra disposición de una máquina de

soldadura ultrasónica y una guía de recolección en la cual la máquina de soldadura está por delante de la guía de recolección.

La figura 6 es una ilustración esquemática en sección transversal de una máquina de soldadura ultrasónica y una guía de recolección generalmente como se muestra en la figura 3 con una boquilla de gas comprimido opcional.

5 La figura 7 es una ilustración esquemática en sección transversal de una máquina de soldadura ultrasónica y una guía de recolección generalmente como se muestra en la figura 3 con un mandril opcional.

La figura 8 es una ilustración esquemática en sección transversal de una máquina de soldadura ultrasónica y una guía de recolección que tiene otra configuración en la cual la máquina de soldadura se coloca dentro de una abertura de la guía de recolección y un mandril hueco opcional.

10 La figura 9 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 8.

La figura 10 es una ilustración esquemática en sección transversal de una máquina de soldadura ultrasónica y una guía de recolección que tiene otra configuración en la que parte de la guía de recolección funciona como parte de la máquina de soldadura.

### **Descripción detallada**

15 Las membranas soportadas por trenzas hechas generalmente como se describe en la patente US 6.354.444 se usan en módulos de membrana sumergida ZeeWeed™ fabricados por GE Water & Process Technologies. Estos módulos se utilizan, en particular, en biorreactores de membrana (MBR). A pesar de la agitación vigorosa de las membranas en los MBR, esencialmente no hay incidentes de rotura de fibra con los módulos ZeeWeed. Una trenza con menos filamentos aún podría producir una membrana suficientemente fuerte. Sin embargo, los parámetros físicos descritos  
20 en la Patente de Estados Unidos 6.354.444 se eligen, al menos en parte, para que la trenza sea autoportante y lo suficientemente densa como para permitir que un dopante que forma una membrana recubra la trenza.

En esta memoria descriptiva, los términos "estructura de soporte tubular" (alternativamente llamada un "soporte") se refieren a una estructura foraminosa, o al menos porosa, formada de filamentos que se cruzan entre sí en ambas direcciones circunferencial y radial. El soporte puede, o no, ser autoportante, pero al menos puede manipularse en una forma generalmente tubular con una perforación longitudinal. El soporte puede ser, por ejemplo, un tubo tejido,  
25 trenzado o tricotado.

La figura 1 representa un aparato 10 para fabricar un soporte 20 que es útil en la fabricación de membranas de fibra hueca. El aparato 10 comprende una máquina 12 de formación de soporte y una máquina 14 de soldadura ultrasónica. El soporte 20 puede ser, por ejemplo, un soporte tricotado, tejido o trenzado. La máquina de formación  
30 de soporte 20 puede ser, por ejemplo, una máquina de tricotar, una máquina de trenzar o una máquina de tejer. El soporte está formado por filamentos 18 que han sido dispuestos por la máquina 12 de formación de soporte. Los filamentos 18 pueden ser monofilamentos o multifilamentos tales como estopas o hilos. Los filamentos 18 viajan a través de la máquina 12 de formación de soporte y la máquina 14 de soldadura ultrasónica. La máquina 14 de soldadura ultrasónica suelda los filamentos 18 juntos en al menos algunos puntos de intersección entre ellos.  
35 Opcionalmente, se puede proporcionar un carrete 16 giratorio para arrastrar los filamentos 18 a través del aparato 10. La tensión aplicada al soporte 20 por el carrete 16 ayuda a mantener el soporte 20 redondo con una perforación longitudinal abierta mientras los filamentos 18 se sueldan.

Opcionalmente, una boquilla 17 de recubrimiento puede proporcionarse en línea con la máquina 14 de soldadura para depositar un dopante formador de membrana en o alrededor del soporte 20 cuando se fabrica el soporte 20. Un soporte 21 recubierto pasa desde la boquilla 17 de recubrimiento a un baño de coagulación (no mostrado) para formar una membrana de fibra hueca adecuada, por ejemplo, para procesos de microfiltración o ultrafiltración. La boquilla 17 de recubrimiento se coloca después de la máquina 14 de soldadura ultrasónica y antes o después del carrete 16.  
40

Opcionalmente, la máquina 12 de formación de soporte puede trenzar los filamentos 18 en un soporte 20 trenzado. Por ejemplo, los filamentos 18 pueden trenzarse juntos en una máquina de trenzado tubular vertical u horizontal, prefiriéndose una máquina vertical. La máquina de trenzado tubular incluye una placa de oruga con pistas entrelazadas y múltiples portadores de bobinas. Los portadores de bobinas llevan bobinas que están cargadas con los filamentos 18 y viajan a lo largo de las pistas en sentido horario o antihorario. A medida que los portadores de bobinas viajan a lo largo de las pistas, los filamentos 18 son arrastrados hacia una guía 22 de recolección (como se muestra, por ejemplo, en la figura 3). La guía 22 de recolección se coloca por encima del centro de la placa de seguimiento. La guía 22 de recolección recibe los filamentos 18 y ayuda a formar un soporte 20 trenzado.  
45  
50

La velocidad de soporte de la bobina y la velocidad a la que los filamentos 18 trenzados se dibujan a través de la guía 22 de recolección puede determinar el patrón y el ángulo de los filamentos 18 dentro de un soporte 20 trenzado. Por ejemplo, un soporte 20 trenzado puede tener entre 20 y 100 picos (cruces por pulgada). La pared cilíndrica del soporte 20 trenzado puede tener un espesor de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 0,7 mm, preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,3 a 0,5 mm. La perforación puede tener un diámetro interno  
55

en el intervalo de aproximadamente 0,25 mm a 2,3 mm.

La figura 2 muestra una porción de una pared tubular de un soporte 20 trenzado tendido plano. La pared tiene varias intersecciones 30 en los puntos donde dos o más filamentos 18 se cruzan entre sí. La tensión en los filamentos 18 durante el proceso de trenzado puede comprimir los filamentos 18 en cada intersección 30. Los segmentos de los filamentos 18 entre las intersecciones 30 definen huecos 32 en la pared del soporte 20. Los huecos 32 pueden tener una forma uniforme o no uniforme. Los huecos 32 pueden ser opcionalmente lo suficientemente pequeños como para inhibir la penetración sustancial de un dopante que se deposita en el soporte 20 trenzado por la boquilla 17 de recubrimiento. Alternativamente, los huecos 32 pueden ser más grandes de modo que los filamentos 18 se incrusten parcial o completamente en el dopante.

La figura 3 representa una vista en sección transversal de la guía 22 de recolección de una máquina de trenzado tubular y partes de una máquina 14 de soldadura ultrasónica que se coloca encima o después de la guía 22 de recolección. Opcionalmente, la distancia entre la guía 22 de recolección y la máquina 14 de soldadura ultrasónica puede ser variable.

La máquina 14 de soldadura ultrasónica comprende una herramienta 26 contraria y un sonotrodo 24. El soporte 20 trenzado se extrae de la guía 22 de recolección para pasar entre las superficies opuestas de la herramienta 26 contraria y el sonotrodo 24. La herramienta 26 contraria está fija en su lugar y también puede denominarse yunque o nido. La máquina 14 de soldadura sónica, y opcionalmente un controlador asociado (no mostrado), hace oscilar el sonotrodo 24 hacia y lejos de la herramienta 26 contraria con una amplitud de aproximadamente 10 a 150  $\mu\text{m}$  a una frecuencia entre aproximadamente 15 o 20 a 70 kHz. La oscilación del sonotrodo 24 imparte energía acústica en los filamentos 18. Preferiblemente, el sonotrodo 24 oscila en un plano que es perpendicular al soporte 20 trenzado, por ejemplo, como se muestra con la flecha X en la figura 4. Opcionalmente, el sonotrodo 24 puede oscilar en un plano que es paralelo al soporte 20 trenzado.

Los filamentos 18 están hechos de, o revestirse opcionalmente con o comprender, un material que es susceptible de soldadura por ultrasonido. La energía acústica impartida por el sonotrodo 24 oscilante hace que el material pase temporalmente de una fase sólida a una fase fundida. Mientras está en la fase fundida, porciones del material de un filamento 18 pueden consolidarse con porciones del material de otro filamento 18 en algunas o todas las intersecciones 30 entre los filamentos 18. Porciones de los filamentos 18 en las intersecciones 30 transiciones posteriores en una fase sólida consolidada de manera que algunas o todas las intersecciones 30 se conviertan en uniones soldadas. Las juntas soldadas pueden aumentar la estabilidad estructural o la resistencia del soporte 20. Alternativamente, se pueden usar menos filamentos 18 para producir un soporte 20 de igual resistencia o estabilidad con respecto a un soporte similar sin filamentos 18 soldados.

La compresión en cada intersección 30, que es causada por la tensión aplicada durante el proceso de trenzado, puede acentuar los efectos de la energía acústica en las intersecciones 30. Después de que una porción dada del soporte 20 trenzado haya pasado a través de la máquina 14 de soldadura ultrasónica, la energía acústica ya no afecta los materiales de los filamentos 18 y los materiales de los filamentos 18 vuelven a la fase sólida.

El aparato 10 puede funcionar en un proceso continuo. Los filamentos 18 son estirados bajo tensión a través de la máquina 12 de formación. La máquina 12 de formación ensambla los filamentos 18 de tal manera que los filamentos 18 forman el soporte 20 a medida que los filamentos 18 pasan a través de la guía 22 de recolección. La máquina 14 de soldadura ultrasónica funde uno o más materiales de los filamentos 18, lo que hace que los materiales de un filamento 18 se consoliden con los materiales de otro filamento 18. Opcionalmente, la máquina 14 de soldadura ultrasónica puede fundir los materiales de los filamentos 18 antes o mientras se juntan los filamentos 18 para formar el soporte 20. El soporte 20 soldado se extrae de la máquina 14 de soldadura ultrasónica y se puede almacenar para su uso posterior. Opcionalmente, el soporte 20 soldado puede pasar directamente a través del aparato 17 de recubrimiento para recibir un dopante de membrana en una etapa adicional continua de formación de membrana en línea.

En variaciones de la máquina 14 de soldadura ultrasónica, la forma de las superficies opuestas de la herramienta 26 contraria y el sonotrodo 24 puede estar configurado para alterar el foco de la energía acústica. Por ejemplo, una o ambas superficies opuestas pueden tener una cresta elevada que enfoca la energía acústica hacia un área más pequeña del soporte 20. La cresta elevada también puede causar un aumento localizado en la compresión de los filamentos 18, lo que puede localizar y acentuar el efecto de la energía acústica. En otra variación, una superficie opuesta tiene una cresta elevada y la otra superficie opuesta tiene dos crestas elevadas desplazadas lateralmente que reciben la cresta elevada opuesta entre ellas. Alternativamente, las superficies opuestas pueden tener más forma para dispersar la energía acústica sobre un área plana más grande.

La figura 5 muestra una disposición opcional para el aparato 10 en el que la máquina 14 de soldadura ultrasónica está situada antes de la guía 22 de recolección. A medida que los filamentos 18 se trenzan y pasan sobre los bordes 60 de la herramienta 26 contraria y el sonotrodo 24 que están más cerca de la máquina 12 de formación, la energía acústica del sonotrodo 24 oscilante se imparte en el material de los filamentos 18. Opcionalmente, los bordes 60 pueden estar achaflanados o radiados para ayudar a recoger los filamentos 18 y formar el soporte 20 trenzado. En esta opción, los materiales de los filamentos 18 pasan a la fase fundida antes del posicionamiento final de las

intersecciones 30. Los filamentos 18 permanecen en la fase fundida a medida que los filamentos 18 se mueven hacia sus posiciones finales entre sí. Los filamentos pasan a la fase sólida después de que las intersecciones 30 alcanzan sus posiciones finales para crear intersecciones 30 soldadas.

5 Opcionalmente, la máquina 14 de soldadura ultrasónica puede tener un sonotrodo 24 en forma de un anillo, y los filamentos 18 puede pasar a través del centro abierto del anillo antes o después de entrar en la guía 22 de recolección y forman el soporte 20. Los filamentos 18 pueden presionarse contra el sonotrodo en forma de anillo mediante una guía de perforación, pueden tirarse contra el sonotrodo en forma de anillo por tensión, o simplemente pueden pasar por el sonotrodo.

10 En otra opción, el aparato 10 puede incluir una guía de taladro, por ejemplo, como se describirá a continuación en relación con las figuras 6 y 7. La guía de perforación puede soportar los filamentos 18 para ayudar a mantener abierta la perforación del soporte 20 trenzado hasta que el soporte 20 trenzado haya pasado a través de la máquina 14 de soldadura sónica. También se puede usar una guía de perforación para colocar los filamentos 18 contra un sonotrodo o herramienta contraria.

15 La figura 6 muestra una opción en la que la guía de perforación es una corriente de un fluido, tal como el gas 50 (mostrado por la flecha en la figura 5). La corriente 50 de gas puede ser un gas comprimido, preferiblemente aire comprimido, que es proporcionado por una boquilla 52. La boquilla 52 se coloca entre la máquina 12 de trenzado tubular y la máquina 14 de soldadura sónica. La corriente 50 de gas fluye coaxialmente con el soporte 20 y dentro de la perforación longitudinal y ayuda a mantener abierta la perforación del soporte 20.

20 La figura 7 representa otra opción en la que la guía de perforación es un mandril 54. El mandril 54 puede tener la forma de un pasador, un pasador de muelle, un tubo, una tubería, una varilla, una aguja o cualquier otro cuerpo que proporcione soporte estructural para ayudar a mantener abierta la perforación del soporte 20. El mandril 54 puede extenderse desde la máquina 12 de formación a través de la guía 22 de recolección de modo que los filamentos 18 estén trenzados al menos en parte alrededor del eje longitudinal del mandril 54. El mandril 54 también puede extenderse a través de la guía 22 de recolección y a través del sonotrodo 24 para soportar el soporte 20 trenzado a medida que viaja a través de la máquina 14 de soldadura sónica.

La figura 8 representa otra opción en la que la guía de perforación comprende un mandril 56 hueco. El mandril 56 hueco puede usarse para admitir un material 58 de perforación en el soporte 20. El mandril 56 hueco puede colocarse entre la máquina 12 de formación (no mostrada en la figura 8) y la posición del sonotrodo 24 o extenderse desde la máquina 12 de formación. El mandril 56 hueco puede extenderse a través de la guía 22 de recolección y a través de la máquina 14 de soldadura ultrasónica. El soporte 20 se forma al menos en parte alrededor de la superficie exterior del mandril 56 hueco. El material 58 de perforación se introduce a través del mandril 56 hueco a la velocidad de la línea y queda encerrado dentro del soporte 20 trenzado. El material 58 de perforación puede ser cualquier material, fluido o sólido, que sea deseable encerrar dentro del soporte 20 trenzado durante la producción, por ejemplo, para ayudar a formar la perforación de la membrana resultante o soportar los filamentos 18, o permanentemente, por ejemplo, para formar una membrana compuesta. Este material 58 de perforación puede eliminarse durante una etapa de procesamiento posterior, por ejemplo, antes o después de recubrir el soporte 20. En el ejemplo que se muestra en la figura 9, el material 58 de perforación es un tubo hueco de acetato de polivinilo utilizado para ayudar a soportar los filamentos 18 y formar la perforación de la membrana resultante. El tubo de acetato de polivinilo permanece dentro del soporte 20 hasta que el dopante se coagula, pero se disuelve fuera de la membrana antes de que la membrana se ponga en uso.

Como se muestra en la figura 8, la máquina 14 de soldadura ultrasónica puede estar situada dentro de una abertura 62 de la guía 22 de recolección. La abertura 62 es lo suficientemente grande como para alojar la herramienta 26 contraria y el sonotrodo 24. Opcionalmente, las dimensiones de la abertura 62 permiten colocar la herramienta 26 contraria y el sonotrodo 24 en un intervalo de diferentes posiciones dentro de la abertura 62.

45 La figura 10 representa otra opción para el aparato 10 en el que la guía 22 de recolección está soportada en una carcasa 70 por los muelles 72. Opcionalmente, la guía 22 de recolección puede contactar con una superficie 74 interior de la carcasa 70 para asegurar que el movimiento de la guía 22 de recolección sea coaxial con la dirección de desplazamiento del soporte 20 trenzado. Como una opción adicional, la guía 22 de recolección puede tener una o más superficies 76 de baja fricción que entran en contacto con la superficie 74 interior. Preferiblemente, la guía 22 de recolección tiene tres o más superficies 76 de baja fricción separadas entre sí que hacen contacto con la superficie 74 interior.

Como se muestra en la figura 10, el sonotrodo 24 se coloca por debajo de la guía 22 de recolección en línea con el eje longitudinal del soporte 20. El sonotrodo 24 oscila a lo largo del eje longitudinal del soporte 20 hacia y lejos del borde inferior de la guía 22 de recolección como se indica con las flechas Y. En esta opción, la guía 22 de recolección actúa como una herramienta contraria no fija. La fuerza de empuje de los muelles 72 se dirige hacia el sonotrodo 24, de modo que el muelle 72 presiona contra los filamentos 18 a medida que pasan a través de un espacio 78 entre el sonotrodo 24 y la guía 22 de recolección. La compresión resultante puede acentuar la influencia de la energía acústica en los materiales de los filamentos 18. La cantidad de compresión en el espacio 78 puede ajustarse seleccionando muelles 72 apropiados o ajustando sus posiciones de montaje. El borde inferior de la guía

22 de recolección está preferiblemente achaflanado o redondeado para evitar cortar los filamentos 18 a medida que pasan sobre él. El borde superior del sonotrodo 24 puede tener una forma complementaria. Los filamentos vuelan sobre el borde superior del sonotrodo 24 sin necesariamente tocarlo. Proporcionar un espacio 78 estrecho ayuda a reducir la posibilidad de filamentos 18 enredados o extraviados en el soporte 20.

- 5 Los procedimientos y dispositivos descritos anteriormente proporcionan medios alternativos de fabricar un soporte para una membrana de fibra hueca o una membrana de fibra hueca. En algunos casos, el soporte soldado puede proporcionar estabilidad o resistencia dimensional mejorada en relación con un soporte de denier similar que no está soldado. En algunos casos, soldar el soporte puede reducir la incidencia de filamentos parásitos que sobresalen de la superficie interna o externa prevista del soporte.
- 10 Detalles adicionales útiles con respecto a, por ejemplo, filamentos, máquinas de trenzar, boquillas de recubrimiento, dopantes de membrana y técnicas de formación de membrana se describen en la patente US 6.354.444 y la Publicación Internacional Número WO 2010/148517.

- Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención y también para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que les ocurran a los expertos en la materia.
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (10) para fabricar un soporte (20) que comprende:
  - una máquina (12) de formación adaptada para disponer filamentos (18) en un soporte tubular que tiene una perforación longitudinal abierta; y,
  - 5 una máquina (14) de soldadura ultrasónica adaptada para soldar los filamentos (18) juntos en al menos algunos puntos (30) de intersección entre los filamentos mientras la perforación longitudinal se mantiene abierta.
2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además una boquilla (17) de recubrimiento que recubre el soporte (20) con un dopante que forma una membrana.
3. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además una guía de perforación dentro de una perforación de una guía (22) de recolección de la máquina (12) de formación, la máquina de soldar, o ambas.
- 10 4. El aparato de la reivindicación 3, en el que la guía de perforación es hueca.
5. El aparato de la reivindicación 1 en el que una guía (22) de recolección de la máquina (12) de formación proporciona parte de la máquina de soldar.
6. Un procedimiento para fabricar un soporte tubular que comprende:
  - 15 a. formar una pluralidad de filamentos en un soporte tubular que tiene una perforación longitudinal abierta; y,
  - b. soldar de forma ultrasónica pares de filamentos (18) juntos en al menos algunos puntos donde los filamentos se cruzan entre sí mientras la perforación longitudinal se mantiene abierta.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la etapa de soldadura ultrasónica comienza después de la etapa de formación.
- 20 8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la etapa de soldadura ultrasónica comienza durante la etapa de formación.
9. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la soldadura ultrasónica se realiza en un intervalo entre aproximadamente 15 kHz y aproximadamente 70 kHz.
10. El procedimiento de la reivindicación 6, que comprende además una etapa de soportar el soporte trenzado tubular con una guía de perforación seleccionada del grupo que consiste en un flujo de un fluido, un cuerpo sólido, un cuerpo hueco o combinaciones de los mismos.
- 25 11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la guía de perforación es un cuerpo hueco y el procedimiento comprende además una etapa de introducir un segundo material en el soporte a través del cuerpo hueco.
12. Una membrana de fibra hueca que comprende:
  - 30 una pluralidad de filamentos (18) que forman un soporte (20) tubular que tiene una perforación longitudinal abierta,
  - en la que los filamentos (18) se cruzan entre sí tanto en dirección radial como circunferencial,
  - y en la que los filamentos (18) están soldados ultrasónicamente entre sí en una o más intersecciones (30) donde los filamentos (18) se cruzan entre sí mientras la perforación longitudinal se mantiene abierta.
- 35 13. La membrana de fibra hueca de la reivindicación 12, que comprende además una pared de membrana polimérica unida al soporte tubular.
14. La membrana de fibra hueca de la reivindicación 13, en la que la pared de la membrana tiene poros en el intervalo de microfiltración o ultrafiltración.

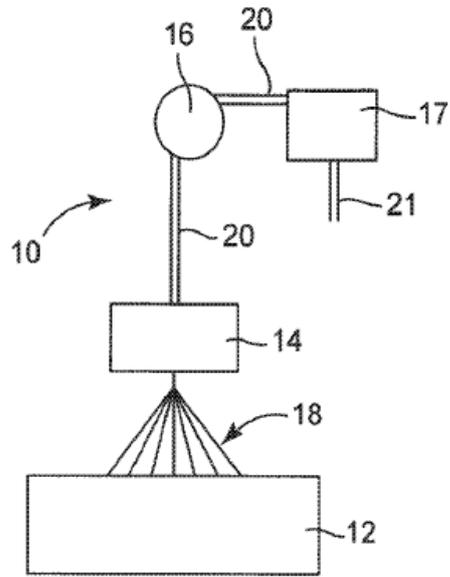


FIG. 1

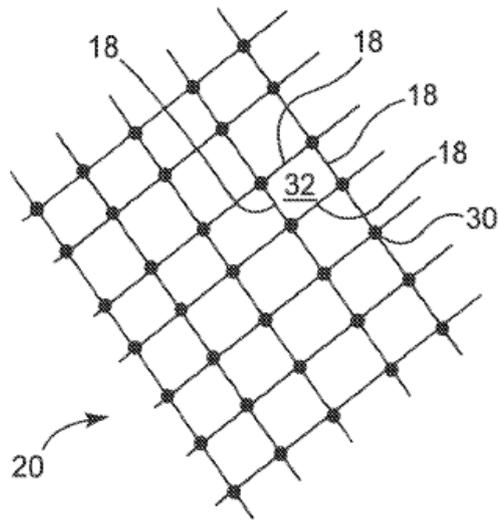


FIG. 2

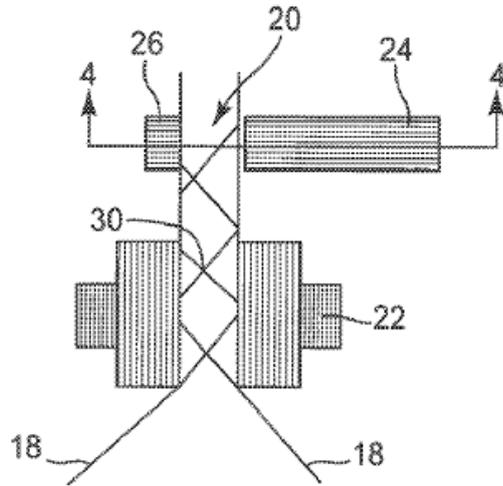


FIG. 3

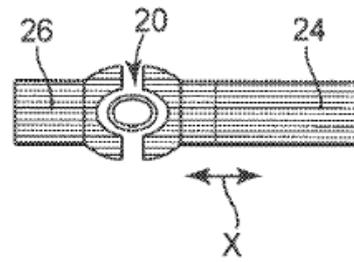


FIG. 4

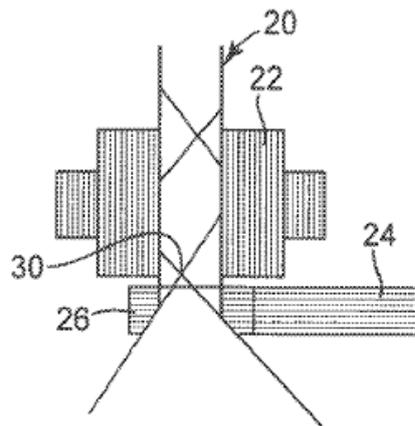


FIG. 5

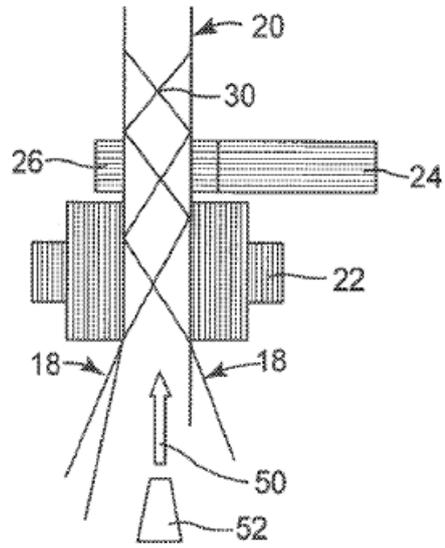


FIG. 6

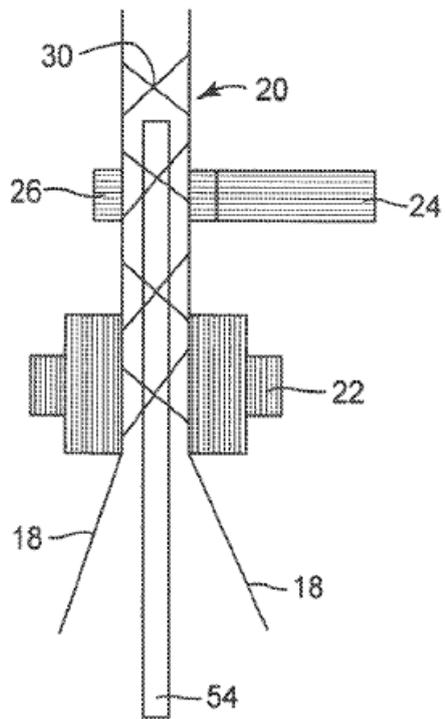


FIG. 7

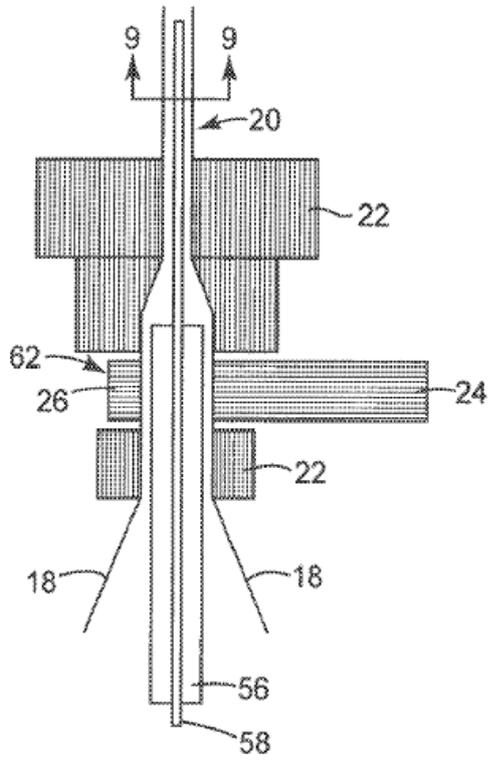


FIG. 8

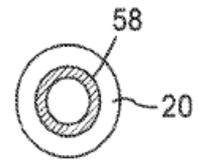


FIG. 9

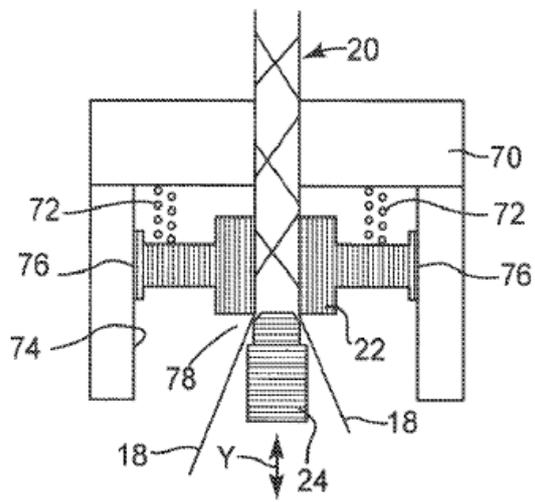


FIG. 10