

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 171**

51 Int. Cl.:

B01D 61/20 (2006.01)

B01D 63/02 (2006.01)

B01D 63/04 (2006.01)

B01D 65/00 (2006.01)

B01D 65/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2015 PCT/US2015/019121**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2015 WO15134844**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2015 E 15711368 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 3113864**

54 Título: **Unidad de inclusión y módulo de filtración para filtrar fluido**

30 Prioridad:

07.03.2014 US 201461949639 P

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

21.02.2019

73 Titular/es:

**KOCH MEMBRANE SYSTEMS, INC. (100.0%)
4111 East 37th Street North
Wichita, Kansas 67220, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, TAYLOUR L.;
COLBY, DAVID M. y
SINGH, MANWINDER**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 701 171 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

Unidad de inclusión y módulo de filtración para filtrar fluido

5 **Campo de la descripción**

La presente descripción se refiere a unidades de inclusión y módulos de inclusión para módulos de filtración y, más especialmente, a unidades de inclusión y módulos de inclusión para módulos de filtración que incluyen membranas de fibra.

10

Antecedentes

Durante muchos años se ha utilizado una amplia variedad de sistemas de filtración por membrana para tratar el agua contaminada, tal como, por ejemplo, aguas residuales o aguas servidas. Tales sistemas varían en complejidad y coste. En un esfuerzo para hacer los procesos de tratamiento más rentables, se han desarrollado procesos de filtración por membrana sumergida en los que unos módulos que incluyen membranas de filtración se sumergen en un gran tanque de alimentación, y el filtrado se recoge mediante succión aplicada al lado del filtrado de las membranas. Sin embargo, la eficacia de estos sistemas puede depender en gran medida de tener formas eficaces de limpiar las superficies de las membranas, para que no se obstruyan y/o pierdan su eficacia. Aunque algunos de estos sistemas pueden ser relativamente eficaces, existe un continuo deseo de proporcionar un sistema de filtración por membrana para tratar grandes volúmenes de fluido en, por ejemplo, sistemas de filtración por membrana sumergida, que reduzca más eficazmente la obstrucción del sistema o la pérdida de eficacia, por ejemplo retirando materiales de las membranas de filtración, que sea independiente de la velocidad de flujo del fluido a través del sistema.

15

20

25

En la solicitud de patente con n.º de publicación US 2009/0026139 A1 (“la publicación ‘139’”) se describe un ejemplo de un sistema de filtración, (“la publicación ‘139’”). La publicación ‘139 describe un módulo de filtración por membrana del tipo que tiene una pluralidad de membranas huecas permeables montadas en su interior, en donde, durante el funcionamiento, se aplica un diferencial de presión a través de las paredes de las membranas sumergidas en una suspensión líquida que contiene sólidos suspendidos. La suspensión líquida se aplica a una superficie de las membranas para inducir y mantener la filtración a través de las paredes de la membrana. Según la publicación ‘139, parte de la suspensión líquida pasa a través de las paredes de las membranas para extraerla como líquido clarificado o permeado, y al menos algunos de los sólidos se retienen sobre las membranas o dentro de ellas o de otra manera como sólidos suspendidos dentro de la suspensión líquida.

30

35

Aunque el sistema de filtración descrito en la publicación ‘139 puede ser eficaz para retirar algunos sólidos suspendidos del líquido filtrado, aún puede presentar un número de posibles inconvenientes similares a los mencionados anteriormente. Por ejemplo, los sólidos pueden acumularse en las membranas, obstruyendo o reduciendo de este modo la eficacia del sistema de filtración. Como resultado, puede ser deseable limpiar los sólidos de las membranas para restaurar la eficacia del sistema de filtración. Sin embargo, el diseño del módulo de filtración por membrana de la publicación ‘139 puede hacer que sea difícil o ineficiente limpiar las membranas sin desmontar parcial o totalmente el módulo de filtración por membrana, lo que origina períodos prolongados de falta de disponibilidad e ineficacia. Además, el diseño del sistema de la publicación ‘139 puede dar como resultado un funcionamiento menos eficaz de una bomba asociada al módulo de filtración por membrana.

40

45

WO 2006/017911 A1 describe otro sistema sumergido con gasificación para el lavado desde un colector.

Las unidades ilustrativas, sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden mitigar o eliminar algunos de los posibles inconvenientes descritos anteriormente.

50 **Resumen**

Según un primer aspecto un módulo de filtración, según la reivindicación 1, configurado para filtrar fluido puede incluir una unidad de inclusión configurada para alojar una pluralidad de membranas de fibra. La unidad de inclusión puede incluir un elemento tubular alargado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal entre un primer extremo y un segundo extremo del elemento tubular alargado. El elemento tubular alargado puede incluir una pared alargada que se extiende entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado, incluyendo la pared alargada unos bordes laterales opuestos. El elemento tubular alargado puede incluir además un panel de cierre retirable que se extiende entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado y se acopla a los bordes laterales opuestos de la pared alargada, conformando de este modo un espacio cerrado hueco que tiene un interior configurado para proporcionar comunicación de fluidos entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado. El módulo de filtración puede incluir también un colector asociado al primer extremo del elemento tubular alargado y configurado para proporcionar comunicación de fluidos hacia el interior del elemento tubular alargado. El módulo de filtración puede incluir además un mazo de una pluralidad de membranas de fibra acopladas al colector y alojadas en el interior del elemento tubular alargado, de modo que las membranas de fibra se extiendan a lo largo del eje longitudinal del elemento tubular alargado, donde las membranas de fibra están configuradas para filtrar fluido.

60

65

Según otro aspecto, un método, según la reivindicación 5, de reducir la acumulación de restos filtrados en membranas de fibra de un mazo de membranas de fibra de un módulo de filtración configurado para filtrar fluido puede incluir proporcionar el mazo de membranas de fibra en un elemento tubular alargado de una unidad de inclusión, de modo que las membranas de fibra se extiendan a lo largo de un eje longitudinal del elemento tubular alargado. El método puede incluir además suministrar burbujas gaseosas en un primer extremo del elemento tubular alargado, de manera que las burbujas gaseosas fluyan desde el primer extremo del elemento tubular alargado sobre al menos una parte de las membranas de fibra hacia un segundo extremo del elemento tubular alargado, desplazando de este modo al menos algunos de los restos filtrados.

Breve descripción de los dibujos

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65
- La Fig. 1 es una vista lateral de una realización ilustrativa de un módulo de filtración.
- La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una realización ilustrativa de un módulo de filtración.
- La Fig. 3 es una vista superior de una realización ilustrativa de un módulo de filtración.
- La Fig. 4 es una vista en perspectiva de una realización ilustrativa de un módulo de inclusión.
- La Fig. 5 es una vista en detalle de la parte ilustrativa mostrada en la Fig. 4.
- La Fig. 6 es una vista superior de una realización ilustrativa de una unidad de inclusión.
- La Fig. 7 es una vista superior de una realización ilustrativa de un mazo de membranas de fibra alojadas en una realización ilustrativa de una unidad de inclusión.
- La Fig. 8 es una vista lateral de una realización ilustrativa de un módulo de filtración alojado en un tanque ilustrativo.
- La Fig. 9 es una realización ilustrativa de una unidad de inclusión.
- La Fig. 10 es una vista en detalle de la realización ilustrativa mostrada en la Fig. 9.
- La Fig. 11 es una vista en sección transversal de una realización ilustrativa de un elemento tubular alargado.
- La Fig. 12 es una vista en perspectiva parcial de una realización ilustrativa de un elemento tubular alargado.
- La Fig. 13 es una vista superior de una realización ilustrativa de una unidad de inclusión.
- La Fig. 14 es una vista en detalle de la realización ilustrativa mostrada en la Fig. 13.
- La Fig. 15 es una vista en perspectiva de otra realización ilustrativa de un módulo de filtración.
- La Fig. 16 es una vista de una unidad en perspectiva de partes de la realización ilustrativa mostrada en la Fig. 15.
- La Fig. 17 es una vista en perspectiva detallada de una parte de la realización ilustrativa mostrada en la Fig. 16.
- La Fig. 18 es una vista en perspectiva detallada de una parte del módulo de filtración ilustrativo mostrado en la Fig. 15.
- La Fig. 19 es una vista en detalle de una realización ilustrativa de una unidad de acoplamiento de las tuberías de subida.
- La Fig. 20 es una vista de sección invertida de una parte de una realización ilustrativa de un módulo de filtración.
- La Fig. 21 es una vista de una unidad invertida de realizaciones ilustrativas de componentes relacionados con una unidad de mazo de fibras.
- La Fig. 22 es una vista en perspectiva parcial invertida de una parte de una realización ilustrativa de una unidad de mazo de fibras.
- La Fig. 23 es una vista de sección parcial en perspectiva invertida de una realización ilustrativa de un cuerpo de mazo y una unidad de mazo de fibras.
- La Fig. 24 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.
- La Fig. 25 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.
- La Fig. 26 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

La Fig. 27 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

La Fig. 28 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

5 La Fig. 29 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

La Fig. 30 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

10 La Fig. 31 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

La Fig. 32 es una realización ilustrativa de una placa de fibras.

Descripción de realizaciones ilustrativas

15 La Fig. 1 muestra una vista lateral de una realización ilustrativa de un sistema 10 de filtración por membrana sumergida. La realización ilustrativa mostrada incluye una realización ilustrativa de un módulo 12 de filtración, que incluye una pluralidad de módulos 14 de inclusión ilustrativos, incluyendo cada uno una pluralidad de unidades 16 de inclusión ilustrativas (véase la Fig. 2). En la realización ilustrativa mostrada, cada una de las unidades 16 de inclusión incluye un mazo 18 de membranas 20 de fibra. Según algunas realizaciones, las membranas 20 de fibra son membranas de fibras huecas. Se contemplan otros tipos de membranas de fibra conocidos en la técnica. El sistema 10 de filtración ilustrativo puede usarse, por ejemplo, para tratar el fluido que está contenido o retenido en una cuenca o tanque a presión ambiental.

20 Las flechas mostradas en la Fig. 1 representan esquemáticamente un recorrido ilustrativo del flujo del fluido con respecto al módulo 12 de filtración. En el sistema 10 de filtración ilustrativo mostrado, se aplica una presión menor que la presión ambiental al módulo 12 de filtración y a través de las membranas 20 de fibra, induciendo de este modo la filtración. Por ejemplo, cuando se somete a un diferencial de presión, parte del fluido pasará a través de los poros de las membranas 20 de fibra y se filtrará, dando como resultado un fluido clarificado (permeado), mientras que al menos algunos de los restos (p. ej. material sólido) del fluido no tratado previamente se retendrán sobre (o dentro de) las membranas 20 de fibra. En la realización ilustrativa mostrada, el aire entra en cada uno de los módulos 14 de inclusión que contienen los mazos 18 de membranas 20 de fibra a través de un único hueco que se extiende a través del módulo 12 de filtración cerca del fondo del módulo 12 de filtración. Puesto que, para al menos algunas realizaciones, la estructura del módulo 12 de filtración está sustancialmente cerrada, una vez que entra aire en las unidades 16 de inclusión del módulo 12 de filtración, el aire no puede escaparse del módulo 12 de filtración hasta que alcanza la parte superior de las unidades 16 de inclusión, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 1.

35 Como se muestra en la Fig. 1, se indica un tanque 22 de reserva de fluidos ilustrativo que tiene una profundidad D de líquido que es mayor que la altura C del módulo 14 de inclusión. La distancia o el espacio entre el fondo del módulo 14 de inclusión y el fondo del tanque 22 de reserva puede denominarse “espacio del módulo” S. La parte del módulo 12 de filtración que incluye las membranas 20 de fibra tiene una altura M que es al menos ligeramente mayor que la altura C del módulo 14 de inclusión. Maximizar la altura M con relación a la altura C del módulo 14 de inclusión puede proporcionar la mayor cantidad de material activo de la membrana para un módulo particular. Se ilustra una parte en el fondo del material activo de la membrana como un hueco G de alimentación, que puede seleccionarse para optimizar el rendimiento de la filtración de un módulo determinado. La distancia desde el fondo de este área del hueco de alimentación hasta el fondo del tanque 22 de reserva es la altura H de la zona de mezclado del tanque 22 de reserva.

40 En las Figs. 2 y 3 el módulo 12 de filtración ilustrativo incluye una pluralidad de filas de mazos 18 de membranas 20 de fibra con cada uno de los mazos 18 alojados en una de las unidades 16 de inclusión que están colocadas adyacentes entre sí para formar los módulos 14 de inclusión. El módulo 12 de filtración ilustrativo mostrado en la Fig. 3 tiene una longitud L de módulo y una anchura W de módulo, en donde el número de unidades 16 de inclusión en cada fila y el número de filas crea el tamaño y la forma de la disposición de los mazos 18. En la realización ilustrativa mostrada en la Fig. 3, el módulo 12 de filtración incluye dos columnas de 22 filas cada una, y cada una de las 44 filas incluye nueve mazos 18 para un total de 396 mazos 18 de membranas 20 de fibra en este módulo 12 de filtración individual ilustrativo. Por ejemplo, en realizaciones en las que cada mazo 18 contiene 280 membranas 20 de fibra, el módulo 12 de filtración contendrá 110.880 membranas 20 de fibra. Se contemplan otras configuraciones del módulo de filtración. Por ejemplo, en realizaciones donde cada uno de los 450 mazos 18 contiene 364 membranas 20 de fibra, el módulo 12 de filtración incluirá 163.800 membranas 20 de fibra. El área activa de la membrana de cada módulo 18 puede variar, por ejemplo, con cambios en el número de membranas 20 de fibra en un mazo 18, la longitud de cada membrana 20 de fibra desde una superficie de la placa de fibras hasta el inicio del sellado de las puntas de las fibras como se explica con más detalle en el presente documento, y el número de filas instaladas o utilizadas. Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración puede configurarse para funcionar con carga parcial y/o puede incluir filas añadidas o retiradas, según se desee.

45 Las Figs. 4 y 5 muestran una realización ilustrativa de un módulo 14 de inclusión que incluye nueve unidades 16 de inclusión ilustrativas, cada una configurada para alojar una pluralidad de membranas 20 de fibra configuradas para filtrar fluido. Se contemplan otras cantidades de unidades 16 de inclusión por módulo 14 de inclusión tales como, por ejemplo, al menos tres. Como se muestra, el módulo 14 de inclusión ilustrativo está configurado para estar orientado verticalmente durante su uso, por ejemplo como parte de un módulo 12 de filtración como se muestra en las Figs. 1-5.

Como se muestra en las Figs. 4 y 5, cada unidad 16 de inclusión ilustrativa está configurada para alojar una pluralidad de membranas 20 de fibra. En la realización ilustrativa mostrada las membranas 20 de fibra están dispuestas en mazos 18. El área 24 del fondo del módulo 14 de inclusión incluye un área 26 del hueco de alimentación entre la sección vertical más baja del módulo 14 de inclusión y un colector 28 inferior del módulo 14 de inclusión. El área 26 del hueco de alimentación puede configurarse para proporcionar una cantidad deseada de afluencia de restos (p. ej. tales como lodo) dentro del módulo 14 de inclusión, ya que esta puede ser la única área abierta del módulo 14 de inclusión que está expuesta al fluido entrante que incluye los restos. Según algunas realizaciones, la longitud de la altura del hueco G (véase la Fig. 1) puede ser útil para mejorar u optimizar el rendimiento de cada unidad 16 de inclusión del módulo 14 de inclusión y puede seleccionarse en función de un número de factores incluidos, por ejemplo, el caudal al que se desea realizar la filtración, el nivel de contaminación del fluido entrante que incluye los restos y un número de factores adicionales. Según algunas realizaciones, la altura del hueco G puede oscilar, por ejemplo, de 2,5 a 13 centímetros (1 a 5 pulgadas) y puede proporcionar un área dentro de la cual el fluido y los restos pueden entrar al módulo 14 de inclusión para la filtración. La altura del hueco G puede mantenerse, por ejemplo, con un separador u otro elemento estructural que se coloca debajo de la sección vertical más baja, si se desea.

En la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 4 y 5, se proporcionan unidades 16 de inclusión de múltiples formas, denominadas a veces "jaulas". Cada una de estas unidades 16 de inclusión ilustrativas puede tener un tamaño y una forma para contener un mazo 18 de membranas 20 de fibra que se extiendan a lo largo de un eje longitudinal X de la unidad 16 de inclusión.

La realización ilustrativa mostrada en las Figs. 4 y 5 también incluye un primer remate terminal 30 en el extremo inferior del módulo 14 de inclusión y un segundo remate terminal 32 en el extremo superior del módulo 14 de inclusión. Las unidades 16 de inclusión pueden acoplarse al primer remate terminal 30 de forma adyacente, una al lado de otra. Por ejemplo, los extremos inferiores de las unidades 16 de inclusión y el primer remate terminal 30 pueden configurarse de manera que los extremos inferiores de la unidad 16 de inclusión se deslicen dentro de ranuras o cavidades en el primer remate terminal 30. Una vez que se han colocado todas las unidades 16 de inclusión adyacentes con respecto al primer remate terminal 30, el segundo remate terminal 32 puede colocarse sobre los extremos superiores de las unidades 16 de inclusión para asegurarlas en su posición, por ejemplo como se muestra en la Fig. 4. El módulo 14 de inclusión ilustrativo también incluye una tubería 36 de subida de permeado y una tubería 37 de subida de aireación en extremos opuestos del módulo 14 de inclusión. Como se muestra en la Fig. 4, las tuberías 36 y 37 de subida pueden acoplarse a los extremos opuestos del primer remate terminal 30 y del segundo remate terminal 32, por ejemplo mediante abrazaderas 38, manteniendo unido de este modo el módulo 14 de inclusión.

Según algunas realizaciones, las unidades 16 de inclusión no incluyen uno o más del primer y segundo remates terminales 30 y 32. Por ejemplo, como se muestra en las Figs. 15-18 las unidades 16 de inclusión pueden acoplarse juntas de forma adyacente, una al lado de la otra, mediante un mecanismo de acoplamiento tal como, por ejemplo, fijadores, adhesivos y/o soldadura, o cualquier otro mecanismo de acoplamiento conocido en la técnica. En algunas de dichas realizaciones, como se explica con más detalle en el presente documento, las tuberías 36 y 37 de subida pueden acoplarse directamente a los extremos opuestos del módulo 14 de inclusión, por ejemplo mediante unidades 31 de acoplamiento de las tuberías de subida acopladas a las unidades 16 de inclusión más alejadas, manteniendo unido de este modo el módulo 14 de inclusión.

Como se muestra en las Figs. 4 y 5, el módulo 14 de inclusión ilustrativo incluye también un colector 39 acoplado a uno o más mazos 18 de membranas 20 de fibra, estando acoplados los mazos 18 a uno o más cuerpos 41 de mazo del colector 39. La tubería 36 de subida de permeado y la tubería 37 de subida de aireación están en comunicación de fluidos con el colector 39 por sus extremos opuestos. Como se muestra en la Fig. 5, cada mazo 18 de membranas 20 de fibra se extiende en una dirección generalmente vertical (es decir, a lo largo del eje longitudinal X de cada unidad 16 de inclusión) lejos del colector 39 hacia el extremo superior del módulo 14 de inclusión. En la realización ilustrativa mostrada, uno o más dispositivos 43 de gasificación (véase la Fig. 8) están en comunicación de fluidos con el colector 39. Cada uno de los dispositivos 43 de gasificación puede configurarse para recibir una corriente de gas suministrada mediante la tubería 37 de subida de aireación. Utilizando la corriente de gas, cada dispositivo 43 de gasificación puede configurarse para producir y liberar burbujas gaseosas desde el colector 39. Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración puede configurarse de tal manera que el colector 39 tenga un único dispositivo 43 de gasificación correspondiente a cada mazo 18 y al cuerpo 41 de mazo.

Como se muestra en la vista superior esquemática de la Fig. 6, los módulos 14 de inclusión pueden incluir una pluralidad de unidades 16 de inclusión que conforman un espacio cerrado 45 hueco alargado. Como se muestra en la Fig. 7, cada espacio cerrado 45 hueco alargado puede configurarse para alojar un mazo 18 que incluya una pluralidad de membranas 20 de fibra.

La Fig. 8 proporciona una representación esquemática de una realización ilustrativa de un módulo 12 de filtración durante una operación de filtración ilustrativa. Como se muestra en la Fig. 8, cada una de las unidades 16 de inclusión puede configurarse para proporcionar soporte a un mazo 18 de membranas 20 de fibra. Además, las unidades 16 de inclusión pueden configurarse para rodear sustancialmente el mazo 18 y confinar las burbujas gaseosas 47 liberadas desde el dispositivo 43 de gasificación asociado a la unidad 16 de inclusión. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 8, las burbujas

gaseosas 47 liberadas por el dispositivo 43 de gasificación se confinan dentro de la unidad 16 de inclusión correspondiente a medida que fluyen a lo largo del mazo 18 correspondiente hasta que alcanzan la superficie del fluido 49 en el tanque 22 de reserva. El confinamiento de las burbujas gaseosas 47 dentro de las unidades 16 de inclusión individuales puede proporcionar una elevación más eficaz del fluido por encima de las burbujas gaseosas 47 y hacer subir el fluido por debajo de cada burbuja 47 gaseosa. Esta forma de aireación junto con la unidad 16 de inclusión puede producir una mayor velocidad de bombeo de fluido y/o una autolimpieza más eficaz de los restos de las membranas 20 de fibra.

Las Figs. 9-14 muestran una realización ilustrativa de un módulo 14 de inclusión configurado para alojar una pluralidad de membranas 20 de fibra configuradas para filtrar el fluido. El módulo 14 de inclusión ilustrativo incluye una pluralidad de unidades 16 de inclusión dispuestas en una configuración adyacente, una al lado de la otra. En la realización ilustrativa mostrada, las unidades 16 de inclusión incluyen un elemento 40 tubular alargado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal X entre un primer extremo 42 y un segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado. El elemento 40 tubular alargado ilustrativo incluye una pared alargada 46 que se extiende entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado. La pared alargada 46 incluye bordes laterales 48 opuestos. La unidad 16 de inclusión ilustrativa incluye también un panel 50 de cierre retirable que se extiende entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado y que se acopla a los bordes laterales 48 opuestos de la pared alargada 46, conformando de este modo un espacio cerrado 45 hueco que tiene un interior configurado para proporcionar comunicación de fluidos entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado. Según algunas realizaciones, el módulo 14 de inclusión y las unidades de inclusión respectivas están configurados de manera que se impide que el fluido que fluye desde el primer extremo 42 de un primer del elemento 40 tubular alargado fluya desde el interior del primer elemento 40 tubular alargado hacia el interior de un segundo elemento 40 tubular alargado sin que primero fluya desde el segundo extremo 44 del primer elemento 40 tubular alargado.

Según algunas realizaciones, el módulo 14 de inclusión puede incluir un primer y un segundo remates terminales 30 y 32, por ejemplo como se muestra en las Figs. 9-14. Por ejemplo, las realizaciones ilustrativas mostradas en las Figs. 9-14 incluyen un primer remate terminal 30 acoplado al primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado. El primer remate terminal 30 está configurado para proporcionar comunicación de fluidos desde el exterior del primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado hacia el interior del elemento 40 tubular alargado. El módulo 14 de inclusión ilustrativo que se muestra en las Figs. 9-14 incluye también un segundo remate terminal 32 acoplado al segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado. El segundo remate terminal 32 está configurado para proporcionar comunicación de fluidos desde el interior del elemento 40 tubular alargado hacia el exterior al segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado. De esta manera ilustrativa se proporciona comunicación de fluidos entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado. Como se muestra en las Figs. 7 y 8, el interior de los elementos 40 tubulares alargados está configurado para alojar una pluralidad de membranas 20 de fibra (p. ej. un mazo 18 de membranas 20 de fibra) configuradas para filtrar fluido. En la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 9-14, el primer remate terminal 30 y el segundo remate terminal 32 incluye cada uno aberturas respectivas configuradas para corresponderse con la sección transversal del elemento 40 tubular alargado.

Como se muestra en las Figs. 9-14, el panel 50 de cierre retirable ilustrativo incluye bordes 54 opuestos del panel de cierre. Según algunas realizaciones, los bordes 54 opuestos del panel de cierre y los bordes laterales 48 opuestos de la pared alargada 46 se configuran de tal manera que el panel 50 de cierre retirable se acopla a la pared alargada 46 y se separa de la pared alargada 46 mediante el deslizamiento del panel 50 de cierre retirable con respecto a la pared alargada 46 en una dirección sustancialmente paralela al eje longitudinal X de la unidad 16 de inclusión. Por ejemplo, en la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 9-14, los bordes 54 opuestos del panel de cierre y los bordes laterales 48 opuestos de la pared alargada 46 están configurados para solaparse y/o trabarse cuando se encajan entre sí.

Por ejemplo, como se muestra en las Figs. 11-14, cada uno de los bordes laterales 48 opuestos de la pared 50 alargada ilustrativa incluye una pista con forma de gancho (u otra configuración de enganche) que crea un espacio alargado en forma de gancho en el que los bordes 54 opuestos del panel de cierre pueden deslizarse para un enganche por trabado y acoplamiento entre el panel 50 de cierre retirable y la pared alargada 46. Se contemplan otras configuraciones de trabado de los bordes laterales 48 y los bordes 54 del panel de cierre tales como, por ejemplo, un cierre a presión y/o un cierre articulado. Por ejemplo, uno de los bordes laterales 48 puede configurarse para acoplarse a uno de los bordes 54 del panel de cierre mediante un acoplamiento de cierre a presión, estando el otro borde 48 lateral acoplado de manera articulada al otro borde 54 del panel de cierre. Dichas realizaciones pueden configurarse de tal manera que el panel 50 de cierre retirable sea todavía deslizante con respecto a la pared alargada 46 y/o a la unidad 16 de inclusión. En la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 11-14, el área de enganche por trabado está ubicada hacia el exterior con respecto a los bordes laterales 48 de la pared alargada 46, lo que puede servir para minimizar la interferencia con las membranas 20 de fibra durante el uso del módulo 12 de filtración. Sin embargo, se contempla que los bordes laterales 48 y los bordes 54 del panel de cierre puedan ubicarse y/o configurarse de manera diferente a la mostrada.

Según algunas realizaciones, una lengüeta 56 puede asociarse, o acoplarse, a una superficie exterior del segundo remate terminal 32 (p. ej. en el lado adyacente al panel 50 de cierre retirable). La lengüeta 56 se configura para evitar que el panel 50 de cierre retirable se separe de la pared alargada 46, a menos que un extremo del panel 50 de cierre retirable adyacente al segundo remate terminal 32 sea desviado separándolo de la superficie exterior del segundo remate terminal 32, por ejemplo, mediante una herramienta tal como un destornillador, una vez que el panel 50 de cierre retirable se haya

deslizado a su posición para cerrar la unidad 16 de inclusión. Según algunas realizaciones, las lengüetas 56 pueden incluir una ranura 57 (p. ej. para alojar la punta de un destornillador u otra herramienta) para facilitar la elevación del panel 50 de cierre retirable sobre la lengüeta 56. Según algunas realizaciones, el primer remate terminal 30 puede incluir una retención 34 del panel de cierre configurado para alojar un extremo del panel 50 de cierre retirable asociado al primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado. La retención 34 del panel de cierre puede adoptar la forma de un borde con forma de canalón que discurre a lo largo del lado exterior del primer remate terminal 30 que aloja el extremo del panel 50 de cierre retirable. En estas realizaciones, el panel 50 de cierre retirable es retenido en la pared alargada 46 por los bordes laterales 48 opuestos de la pared alargada 46 y entre la lengüeta 56 y la retención 34 del panel de cierre.

El elemento 40 tubular alargado ilustrativo tiene una sección transversal perpendicular al eje longitudinal X (véase p. ej. la Fig. 11). La sección transversal del elemento 40 tubular alargado puede tener forma poligonal, rectangular, cuadrada (véase p. ej. la Fig. 11), circular, ovalada, o cualquier combinación de las mismas. Según algunas realizaciones, tal como se muestra en la Fig. 11, la sección transversal del elemento 40 tubular alargado incluye superficies interiores 60 redondeadas. Según algunas realizaciones, una cara interior 62 de la pared alargada 46 está desprovista de costuras transversales con respecto al eje longitudinal X del elemento 40 tubular alargado. Esto puede reducir o evitar daños a las membranas 20 de fibra. Según algunas realizaciones, la pared alargada 46 tiene una sección transversal perpendicular al eje longitudinal X, y la sección transversal de la pared alargada 46 es al menos cóncava con respecto al interior del elemento 40 tubular alargado, con forma de canal, en forma de U y en forma de C. Según algunas realizaciones, la pared alargada 46 está formada como una sola pieza. Según algunas realizaciones, el panel 50 de cierre retirable está formado como una sola pieza. Por ejemplo, la pared alargada 46 y/o el panel 50 de cierre retirable pueden conformarse mediante extrusión o perfilado por laminación, o cualquier otro proceso similar. La pared alargada 46 y/o el panel 50 de cierre retirable pueden ser de aluminio, polímero, fibra de carbono, combinaciones de los mismos y/u otros materiales que tengan características similares.

Como se muestra en la Fig. 9, el módulo 14 de inclusión ilustrativo incluye una pluralidad (nueve) de unidades 16 de inclusión. Como se muestra, los paneles 50 de cierre retirables de los respectivos elementos 40 tubulares alargados son accesibles desde un lado común del módulo 14 de inclusión. Esto puede facilitar los trabajos de mantenimiento. Según algunas realizaciones, cada elemento 40 tubular alargado es independiente de los otros elementos 40 tubulares alargados de un módulo 14 de inclusión dado. Por ejemplo, la pared alargada 46 y el panel 50 de cierre retirable de una unidad 16 de inclusión dada se pueden retirar del módulo 14 de inclusión sin afectar a ninguna de las otras unidades 16 de inclusión del módulo 14 de inclusión.

La realización ilustrativa del módulo 12 de filtración mostrado en la Fig. 9 incluye un módulo 14 de inclusión que incluye nueve unidades 16 de inclusión, tales como la realización ilustrativa mostrada en las Figs. 9-14. Por ejemplo, el módulo 12 de filtración ilustrativo incluye nueve unidades 16 de inclusión, incluyendo cada una un elemento 40 tubular alargado que incluye una pared alargada 46 que se extiende entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado. Cada unidad 16 de inclusión ilustrativa incluye también un panel 50 de cierre retirable que se extiende entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado y se acopla a los bordes laterales 48 opuestos de la pared alargada 46, conformando de este modo un espacio cerrado 45 hueco que tiene un interior configurado para proporcionar comunicación de fluidos entre el primer y el segundo extremos 42 y 44 del elemento 40 tubular alargado. En el ejemplo mostrado, el módulo 12 de filtración también incluye un primer remate terminal 30 acoplado al primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado, estando configurado el primer remate terminal 30 para proporcionar comunicación de fluidos desde el exterior del primer extremo 30 del elemento 40 tubular alargado hacia el interior del elemento 40 tubular alargado. El módulo 12 de filtración incluye también un colector 39 (véanse p. ej. las Figs. 4 y 5) asociado al primer remate terminal 30 y configurado para proporcionar comunicación de fluidos hacia el interior del elemento 40 tubular alargado. Como se muestra en la Fig. 8, por ejemplo, el módulo 12 de filtración ilustrativo incluye además un mazo 18 de una pluralidad de membranas 20 de fibra configuradas para filtrar fluido, acopladas a un colector 39 y alojadas en el interior del elemento 40 tubular alargado, de manera que las membranas 20 de fibra se extienden a lo largo del eje longitudinal del elemento 40 tubular alargado. El módulo 12 de filtración ilustrativo incluye también un segundo remate terminal 32 acoplado al segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado, estando configurado el segundo remate terminal 32 para proporcionar comunicación de fluidos desde el interior del elemento 40 tubular alargado hacia el exterior del segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado.

Como se muestra en la Fig. 8, el módulo 12 de filtración puede incluir un dispositivo 43 de gasificación asociado al colector 39 y configurado para liberar burbujas gaseosas 47, de manera que las burbujas 47 fluyan desde el primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado y a lo largo de las membranas 20 de fibra. De esta manera ilustrativa, las membranas 20 de fibra pueden frotarse eficazmente por la acción de las burbujas 47 que fluyen hacia arriba hacia el interior del elemento 40 tubular alargado a medida que las burbujas 47 desplazan los restos que se han acumulado o han quedado atrapados en las membranas 20 de fibra. Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración incluye una placa 68 de fibras asociada a cada mazo 18 de membranas 20 de fibra y configurada para asociar la pluralidad de membranas 20 de fibra al colector 39. Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración puede incluir una pluralidad de unidades 16 de inclusión, teniendo cada una de las unidades 16 de inclusión sus respectivos primeros extremos 42 acoplados al primer remate terminal 30, y sus respectivos segundos extremos 44 acoplados al segundo remate terminal 32, y una pluralidad de mazos 18 de membranas 20 de fibra, alojándose cada uno de los mazos 18 de membranas 20 de fibra en una unidad 16 de inclusión respectiva.

La configuración ilustrativa de múltiples piezas de la unidad 16 de inclusión ilustrativa puede proporcionar de forma ventajosa un método fácil de introducir membranas 20 de fibra y/o mazos 18 de fibras dentro de la unidad 16 de inclusión, lo que también puede dar como resultado un acceso mejorado a las membranas de fibra después de la instalación. Por ejemplo, un módulo 14 de inclusión que incluye múltiples unidades 14 de inclusión, conteniendo cada una un mazo 18 de membranas 20 de fibra puede retirarse de un tanque 22 de reserva y colocarse horizontalmente sobre una superficie (p. ej. el suelo), y un mazo 18 contenido en la unidad 16 de inclusión se moverá hacia un lado de la pared alargada 46 opuesto al lado abierto de la pared alargada 46, lo que dará menos posibilidades de interferencia entre el panel 50 de cierre retirable y el mazo 18 encerrado durante la retirada y el acoplamiento del panel 50 de cierre retirable.

Como resultado, algunas realizaciones de los módulos 12 de filtración pueden facilitar los trabajos de mantenimiento de las membranas 20 de fibra. Por ejemplo, un método de mantenimiento de un módulo 12 de filtración que incluye una pluralidad de mazos 18 de membranas 20 de fibra puede incluir la retirada del módulo 12 de filtración de un tanque 22 de reserva que contenga líquido que filtrar. El método puede además incluir al menos la separación parcial del panel 50 de cierre retirable de una de las unidades 16 de inclusión para exponer de este modo uno de los mazos 18 de membranas 20 de fibra, y hacer el mantenimiento del mazo 18 de membranas 20 de fibra expuesto. Por ejemplo, según algunas realizaciones, el panel 50 de cierre retirable puede deslizarse con respecto a la pared alargada 46 para exponer al menos una parte del mazo 18 y las membranas 20 de fibra sin separar por completo el panel 50 de cierre retirable de la unidad 16 de inclusión. Alternativamente, el panel 50 de cierre retirable puede separarse completamente de la unidad 16 de inclusión, por ejemplo mediante deslizamiento. Este mantenimiento puede incluir la limpieza de las membranas 20 de fibra, bien permaneciendo las membranas de fibra en el elemento 40 tubular alargado, o tras la retirada de las membranas 20 de fibra del elemento 40 tubular alargado. De esta manera ilustrativa, es posible hacer el mantenimiento de las membranas 20 de fibra de las unidades 16 de inclusión individuales independientemente de las membranas 20 de fibra de otras unidades 16 de inclusión. Además, según algunas realizaciones, los paneles 50 de cierre retirables facilitan el mantenimiento de las membranas 20 de fibra sin que sea necesario desmontar sustancial o completamente el módulo 12 de filtración o el módulo 14 de inclusión.

Algunas realizaciones de los módulos 12 de filtración pueden servir para reducir la acumulación de restos filtrados en las membranas 20 de fibra de un mazo 18 de membranas 20 de fibra. Por ejemplo, un método puede incluir proporcionar el mazo 18 de membranas 20 de fibra a un elemento 40 tubular alargado de una unidad 16 de inclusión, de manera que las membranas 20 de fibra se extiendan a lo largo de un eje longitudinal X del elemento 40 tubular alargado. El método puede incluir además suministrar burbujas gaseosas 47 en un primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado (véase p. ej. la Fig. 8), de manera que las burbujas gaseosas 47 fluyan desde el primer extremo 42 del elemento 40 tubular alargado sobre al menos una parte de las membranas 20 de fibra hacia el segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado, desplazando de este modo al menos algunos de los restos filtrados. Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración puede incluir una pluralidad de elementos 40 tubulares alargados, alojando cada uno de los elementos 40 tubulares alargados un respectivo mazo 18 de una pluralidad de membranas 20 de fibra, y el método para reducir la acumulación de restos puede incluir suministrar burbujas gaseosas 47 en un primer extremo 42 de cada uno de los elementos 40 tubulares alargados, de manera que las burbujas gaseosas 47 fluyan del primer extremo 42 del respectivo elemento 40 tubular alargado sobre al menos una parte de las respectivas membranas 20 de fibra alojadas en el elemento 40 tubular alargado hacia el segundo extremo 44 del elemento 40 tubular alargado, desplazando de este modo al menos algunos de los restos filtrados acumulados en las membranas 20 de fibra. De esta manera ilustrativa, las burbujas 47 pueden utilizarse en cada una de las unidades 16 de inclusión independientemente unas de otras para evitar la acumulación de restos en las membranas 20 de fibra. Además, según algunas realizaciones, dado que las burbujas 47 están confinadas en un elemento 40 tubular alargado individual y sus respectivas membranas 20 de fibra, las burbujas 47 pueden ser más eficaces para prevenir la acumulación de restos.

Según algunas realizaciones, la eficacia de operación del módulo 12 de filtración puede reducir o evitar, sustancialmente, la necesidad de intervención humana para limpiar las membranas 20 de fibra en algunos casos, tales como, por ejemplo, después de un evento de digestión catastrófica asociado al módulo 12 de filtración. La eficacia de operación de un módulo 12 de filtración, incluidos los módulos 14 de inclusión, según al menos algunas realizaciones, puede reducir la cantidad de tiempo de inactividad necesaria para el mantenimiento periódico (p. ej., limpieza, tal como limpieza por flujo invertido, tratamiento químico, aflojamiento de las membranas 20 de fibra y lavado con aire). Según algunas realizaciones, el potencial de flujo puede aumentarse gracias, por ejemplo, a la mejora en la eficacia de recirculación del aire inyectado.

Según algunas realizaciones, el módulo 12 de filtración, incluidas las unidades 16 de inclusión del módulo 14 de inclusión, no incluyen remates terminales. Por ejemplo, como se muestra en las Figs. 15-19, el módulo 12 de filtración ilustrativo incluye una unidad 16 de inclusión que no incluye los remates terminales 30 y 32 descritos en relación con la realización ilustrativa mostrada en, por ejemplo, las Figs. 9 y 10. Como se muestra en la Fig. 15, el módulo 14 de inclusión incluye una pluralidad de unidades 16 de inclusión en relación adyacente, una al lado de otra, con la tubería 36 de subida del permeado y la tubería 37 de subida de aireación situadas en los extremos opuestos del módulo 14 de inclusión. En la realización ilustrativa mostrada, la tubería 36 de subida del permeado y la tubería 37 de subida de aireación se acoplan directamente a los extremos opuestos del módulo 14 de inclusión a través de las unidades 31 de acoplamiento de los tubos de subida ilustrativas. Como se muestra en la Fig. 16, las unidades 16 de inclusión ilustrativas del módulo 14 de inclusión pueden acoplarse directamente entre sí de forma adyacente, una al lado de otra, mediante un mecanismo de acoplamiento tal como, por ejemplo, fijadores, adhesivos y/o soldadura, o cualquier otro mecanismo de acoplamiento conocido en la técnica. Por ejemplo, los lados de las paredes alargadas 46 de las unidades 16 de inclusión adyacentes

5 pueden acoplarse entre sí como se muestra. Según algunas realizaciones, las unidades 16 de inclusión pueden incluir paredes alargadas 46 y/o paneles 54 de cierre retirables respectivos similares a las paredes alargadas y los paneles de cierre retirables de las unidades de inclusión, o prácticamente iguales a estos, diseñados para engancharse a los remates terminales, por ejemplo, como se muestra en las Figs. 11 y 12. Según algunas realizaciones que no incluyen remates terminales, el panel 54 de cierre retirable puede incluir orificios en uno o más de sus extremos longitudinales configurados para recibir un fijador (p. ej., un fijador en forma de pasador) configurado para asegurar la posición longitudinal del panel 54 de cierre retirable con respecto a la pared alargada 46 correspondiente. Se contemplan otras maneras de asegurar la posición longitudinal del panel 54 de cierre retirable con respecto a la pared alargada 46 correspondiente.

10 Como se muestra en la Fig. 15, el módulo 14 de filtración ilustrativo puede incluir un colector 26 acoplado al módulo 14 de inclusión mediante, por ejemplo, las tuberías 36 y 37 de subida. Por ejemplo, como se muestra en las Figs. 15 y 18, las tuberías 36 y 37 de subida se acoplan a las unidades 16 de inclusión por los extremos opuestos del módulo 14 de inclusión mediante una pluralidad de unidades 31 de acoplamiento de tubos de subida. La realización ilustrativa mostrada también incluye separadores 33 de hueco en cada extremo del módulo 14 de inclusión configurados para establecer la magnitud del hueco G de alimentación (véase la Fig. 1), que se puede seleccionar para ajustar u optimizar el rendimiento de filtración del módulo 12 de filtración, por ejemplo, como se explicó anteriormente en el presente documento. Según algunas realizaciones, los separadores 33 de hueco son elementos tubulares cilíndricos que tienen un diámetro similar o igual al diámetro de las tuberías 36 y 37 de subida.

15 Como se muestra en las Figs. 16, 17 y 19, las unidades 31 de acoplamiento de los tubos de subida ilustrativas incluyen un elemento base 53 configurado para acoplarse a la pared alargada 54 de las unidades 16 de inclusión más externas del módulo 14 de inclusión, y un elemento 55 de manguito configurado para extenderse alrededor de cualquiera de las tuberías 36 y 37 de subida. En la realización ilustrativa mostrada, el elemento base 35 incluye una superficie 59 de acoplamiento prácticamente plana configurada para apoyarse en la pared alargada 54, y una cavidad 61 de forma semicilíndrica configurada para recibir una superficie exterior de la tubería 36 o 37 de subida. La superficie 59 de acoplamiento del elemento base ilustrativo 53 también incluye una pluralidad de localizadores 63 configurados para ajustarse en los orificios 65 correspondientes en la pared alargada 54 de la unidad 16 de inclusión. Los localizadores 63 pueden servir para acoplar y ubicar con mayor seguridad los elementos base 53 con respecto a la unidad 16 de inclusión. Los elementos base 53 pueden acoplarse a la pared 30 alargada 54 a través de mecanismos de acoplamiento conocidos, tales como, por ejemplo, fijadores, adhesivos y/o soldadura, o cualquier otro mecanismo de acoplamiento conocido en la técnica.

Los elementos base 53 ilustrativos también incluyen un par de canales 67 en lados opuestos de la cavidad 61 configurados para recibir los extremos opuestos 69 del elemento 55 de manguito para acoplar el elemento 55 de manguito y el elemento base 53 entre sí a través de, por ejemplo, una acción deslizante longitudinal de uno con respecto al otro. Además, según algunas realizaciones, los extremos 69 del elemento 55 de manguito pueden incluir características que eviten o reduzcan la probabilidad de que el elemento 55 de manguito, una vez montado con el elemento base 53, se desplace involuntariamente con respecto al elemento base 53 como consecuencia, por ejemplo, de la vibración.

40 Las realizaciones que no incluyen uno o más de los remates terminales pueden tener posibles ventajas. Por ejemplo, para algunas realizaciones que incluyen un remate terminal asociado al colector, puede que sea necesario introducir las membranas de fibra de los mazos a través de los orificios en el remate terminal durante el montaje, lo que puede aumentar el tiempo asociado al montaje del módulo de filtración. Además, el grosor de la pared asociada al remate terminal puede reducir la sección transversal para el flujo de fluido a través del módulo 45 de filtración. Además, los remates terminales pueden añadir dificultad al montaje del módulo de filtración debido, por ejemplo, a la necesidad de alinear los remates terminales con las unidades de inclusión. Los remates terminales también pueden aumentar el coste del módulo de filtración.

50 Como se muestra en las Figs. 20-23, el módulo 12 de filtración ilustrativo puede incluir una pluralidad de dispositivos 43 de gasificación, cada uno de los cuales puede configurarse para una aireación sustancialmente continua o intermitente. Por ejemplo, la Fig. 21 muestra una vista despiezada de un dispositivo 43 de gasificación ilustrativo que incluye un cuerpo 41 de mazo individual, un tubo 70 de aireación y una placa 68 de fibras. La placa 68 de fibras ilustrativa, el tubo 70 de aireación y las membranas 20 de fibra (véase la Fig. 22) pueden incluir una unidad 72 de mazo de fibras. El colector 39 ilustrativo, por ejemplo, mostrado en las Figs. 4 y 5, puede estar formado por una pluralidad de cuerpos 41 de mazo situados adyacentes entre sí, como se muestra. Por ejemplo, el colector 39, según varias realizaciones, puede estar formado por uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve o más cuerpos 41 de mazo situados adyacentes entre sí, por ejemplo, como se muestra en las Figs. 4 y 5.

60 La Fig. 22 muestra los componentes ilustrativos mostrados en la Fig. 21 en una configuración montada ilustrativa e incluye además un mazo 18 de membranas 20 de fibra. En la Fig. 22 los componentes se muestran invertidos, de modo que el tubo 70 de aireación se extiende más allá de los extremos de las membranas 20 de fibra. Cada pluralidad de membranas 20 de fibra puede extenderse a través de un orificio correspondiente 74 en la placa 68 de fibras. La Fig. 20 muestra una pluralidad de unidades 72 de mazo de fibras ilustrativas con tubos 70 de aireación alargados respectivos que están colocados con respecto a sus cuerpos 41 de mazo correspondientes que, a su vez, están colocados en el colector 39.

65

5 La Fig. 23 es una vista en perspectiva en sección transversal que muestra un cuerpo 41 de mazo ilustrativo en una configuración montada que incluye una unidad 72 de mazo de fibras. También se muestra un tubo 70 de aireación ilustrativo acoplado al cuerpo 41 de mazo. En la realización ilustrativa mostrada, la superficie exterior del tubo 70 de aireación se proporciona con una estructura (p. ej., una pestaña circular prolongada) configurada para encajar con una estructura interior del cuerpo 41 de mazo para fijar los componentes entre sí. El tubo 70 de aireación ilustrativo se extiende a través del centro del cuerpo 41 de mazo, con uno de sus extremos colocado dentro de una cámara 76 de aireación que puede estar colocada cerca de un extremo distal del tubo 70 de aireación. Como se muestra, el cuerpo 41 de mazo también puede incluir al menos una cámara 78 para el permeado.

10 La Fig. 23 se muestra con el dispositivo 43 de gasificación ilustrativo sin acoplar, aunque el dispositivo 43 de gasificación puede acoplarse rotatoriamente al cuerpo 41 de mazo. Cuando se acopla al cuerpo 41 de mazo, el dispositivo 43 de gasificación se configura para recibir una corriente de gas desde la cámara 76 de aireación y dirigir la corriente de gas (véase la flecha 82) a través de un orificio 80 en el centro del dispositivo 43 de gasificación, que está en comunicación de fluidos con el tubo 70 de aireación. Como resultado de esta configuración ilustrativa, la corriente de gas suministrada al dispositivo 43 de gasificación puede producir una corriente continua o intermitente de burbujas que se pueden liberar en el centro del mazo 18 a través del tubo 70 de aireación.

20 Según algunas realizaciones, el proceso de aireación puede incluir suministrar continuamente una corriente de gas durante un período de tiempo específico al dispositivo 43 de gasificación a través de la cámara 76 de aireación, y detener a continuación la corriente de gas. Por ejemplo, según algunas realizaciones, la aireación puede activarse durante un tiempo predeterminado (p. ej., que varía de aproximadamente 120 segundos a 24 horas), y posteriormente detenerse durante un período predeterminado de tiempo (p. ej., que varía desde solo algo más de nada de tiempo hasta aproximadamente 120 segundos). Dependiendo de la longitud de tiempo en la que la aireación está activada, el ciclo se puede repetir para uno o varios ciclos a lo largo de cada período de 25 24 horas. Se contemplan otros esquemas de temporización de la activación.

30 Las unidades 72 de mazo de fibras pueden incluir una placa 68 de fibras que tiene una pluralidad de orificios 74 a través de cada uno de los cuales puede extenderse una membrana 20 de fibra individual (p. ej., una membrana de fibra hueca). Las Figs. 19-27 muestran varias realizaciones ilustrativas de placas 68 de fibras que tienen varias disposiciones de orificios diferentes. Cuando está montada, la placa 68 de fibras puede estar separada al menos ligeramente de los extremos de las membranas 20 de fibra (es decir, dentro de la longitud de la membrana de fibra (véase la Fig. 22)). De esta manera ilustrativa, las membranas 20 de fibra pueden mantenerse en sus posiciones deseadas unas con respecto a otras.

35 Como se muestra en las Figs. 24-32, por ejemplo, las membranas 20 de fibra de un mazo 18 puede dividirse en secciones separadas y puede colocarse generalmente de forma radial, en donde los "radios" representan canales a través del mazo 18 que no incluyen ninguna membrana 20 de fibra. Estos canales proporcionan aberturas a través de las cuales el fluido y/o cualquier resto pueden desplazarse a lo largo del mazo 18 de membranas 20 de fibra. El número de membranas 20 de fibra y su separación puede disponerse para reducir la obstrucción potencial y/o aumentar las velocidades de recirculación del fluido para lograr mayores flujos de permeado sostenibles. El número de membranas 20 de fibra dentro de un mazo 18 y/o la configuración de los canales puede 40 seleccionarse de forma específica a la aplicación en la que trabaje el módulo 12 de filtración.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo (12) de filtración configurado para filtrar fluido, comprendiendo el módulo de filtración: una unidad (16) de inclusión configurada para recibir una pluralidad de membranas (20) de fibra, comprendiendo la unidad de inclusión: un elemento (40) tubular alargado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal entre un primer extremo y un segundo extremo del elemento tubular alargado, comprendiendo el elemento tubular alargado:

 - una pared alargada (46) que se extiende entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado, comprendiendo la pared alargada bordes laterales opuestos;
 - un panel (50) de cierre retirable que se extiende entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado y se acopla a los bordes laterales opuestos de la pared alargada, formando de este modo un espacio cerrado hueco que tiene un interior configurado para proporcionar comunicación de fluidos entre el primer y el segundo extremos del elemento tubular alargado;
 - un colector (39) asociado al primer extremo del elemento tubular alargado y configurado para proporcionar comunicación de fluidos en el interior del elemento tubular alargado; y
 - un mazo (18) de una pluralidad de membranas de fibra acoplado al colector y recibido en el interior del elemento tubular alargado, de tal manera que las membranas de fibra se extienden a lo largo del eje longitudinal del elemento tubular alargado, estando las membranas de fibra configuradas para filtrar fluido, en donde dicha unidad de inclusión rodea prácticamente dicha pluralidad de membranas de fibra para proporcionar un confinamiento a las burbujas gaseosas liberadas desde un dispositivo de gasificación, en donde dichas membranas de fibra están dispuestas en mazos, y en donde dicho dispositivo de gasificación está asociado al colector y configurado para liberar burbujas gaseosas, de manera que las burbujas gaseosas fluyan desde el primer extremo del elemento tubular alargado y a lo largo de las membranas de fibra, en donde el panel de cierre incluye bordes del panel de cierre opuestos en donde dichos bordes del panel de cierre y dichos bordes laterales opuestos están configurados de tal manera que el panel de cierre retirable se acopla a la pared alargada y se separa de la pared alargada mediante el deslizamiento del panel de cierre retirable con respecto a la pared alargada en una dirección prácticamente paralela al eje longitudinal de la unidad de inclusión.

2. El módulo de filtración de la reivindicación 1, que además comprende una placa de fibras configurada para asociar la pluralidad de membranas de fibra al colector.

3. El módulo de filtración de la reivindicación 1, que además comprende:

 - una pluralidad de unidades de inclusión, acoplándose cada una de las unidades de inclusión a una unidad de inclusión adyacente mediante un mecanismo de acoplamiento; y
 - una pluralidad de los mazos de membranas de fibra, recibiendo cada uno de los mazos de membranas de fibra en una unidad de inclusión respectiva.

4. El módulo de filtración según la reivindicación 4, que además comprende una primera tubería de subida y una segunda tubería de subida, en donde la primera y la segunda tuberías de subida se sitúan en extremos opuestos del módulo de filtración.

5. Un método para reducir la acumulación de restos filtrados en membranas de fibra de un mazo de membranas de fibra de un módulo de filtración de la reivindicación 1 configurado para filtrar fluido, comprendiendo el método:

 - proporcionar el mazo de membranas de fibra en un elemento tubular alargado de una unidad de inclusión, de tal manera que las membranas de fibra se extiendan a lo largo de un eje longitudinal del elemento tubular alargado; y
 - suministrar burbujas gaseosas en un primer extremo del elemento tubular alargado, de tal manera que las burbujas gaseosas fluyan desde el primer extremo del elemento tubular alargado sobre al menos una parte de las membranas de fibra hacia un segundo extremo del elemento tubular alargado, desplazando así al menos algunos de los restos filtrados.

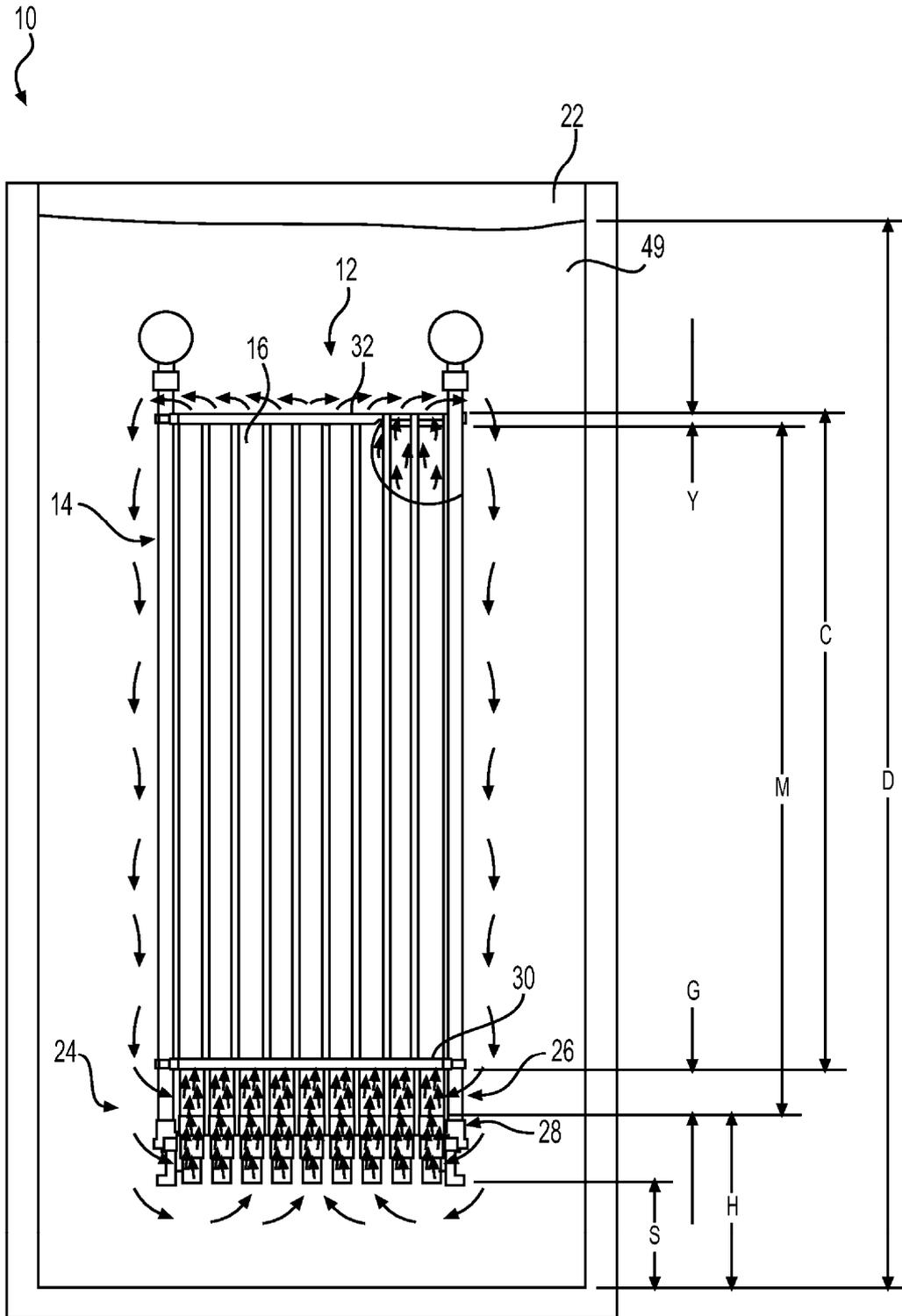
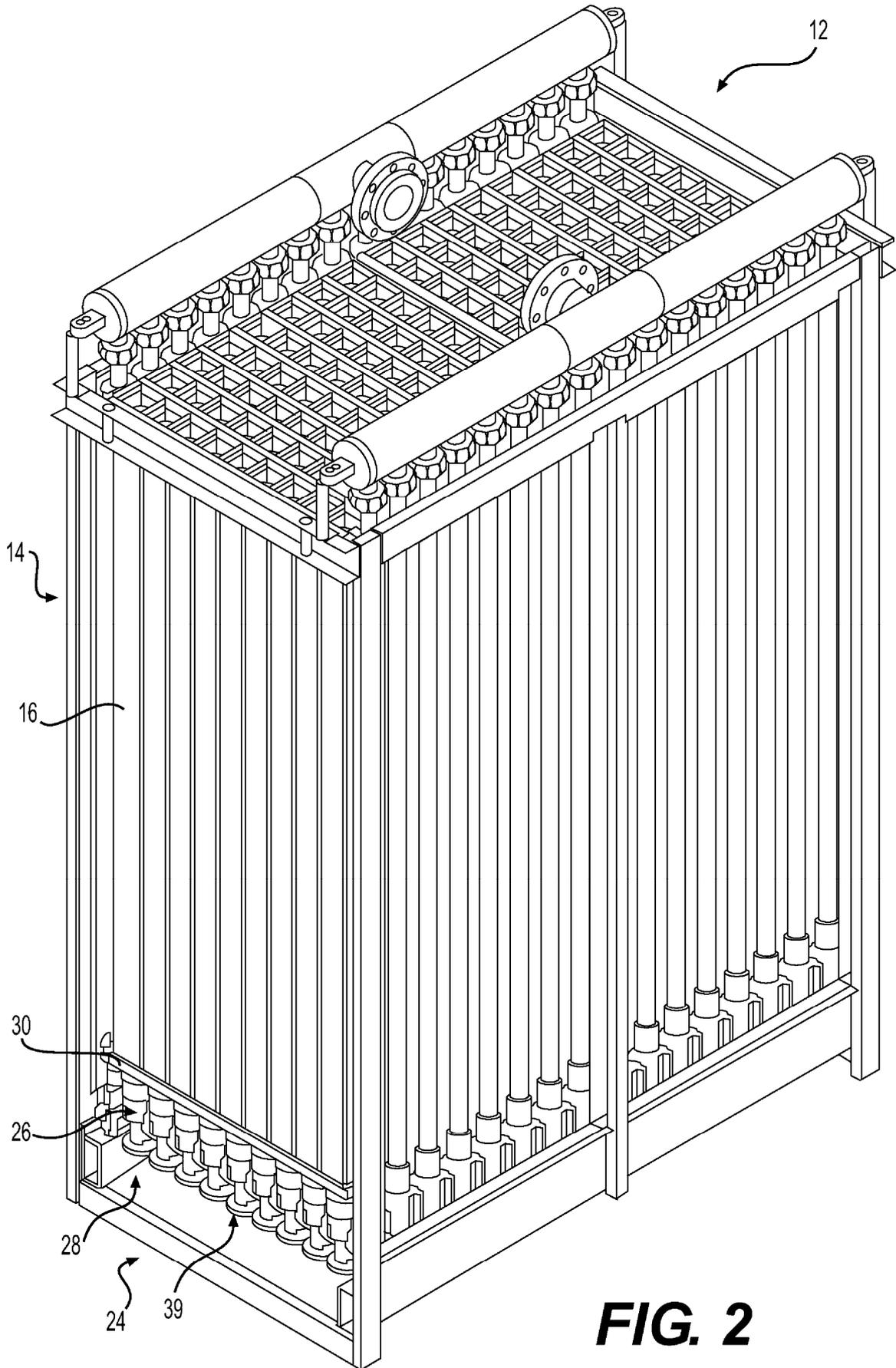


FIG. 1



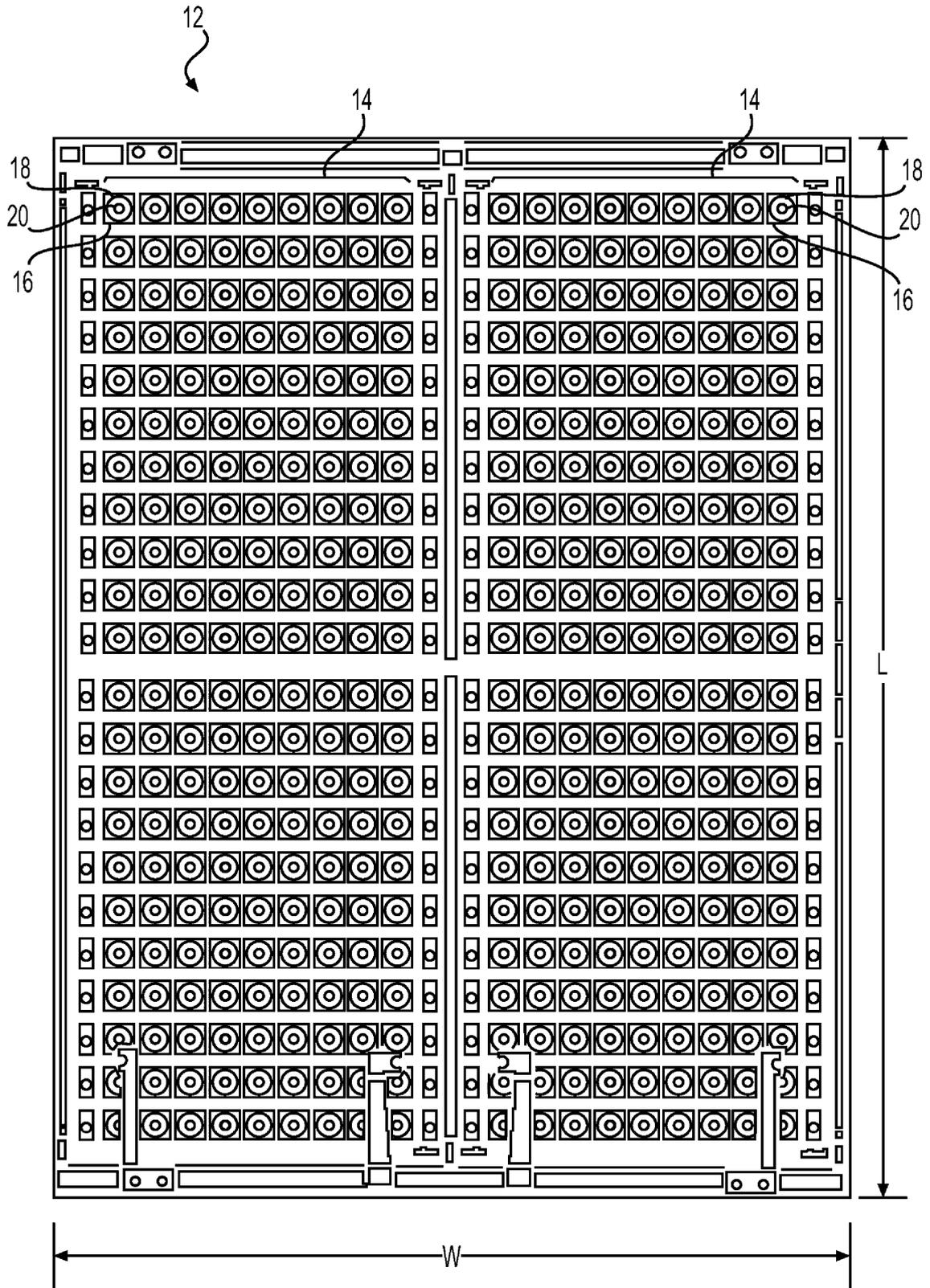


FIG. 3

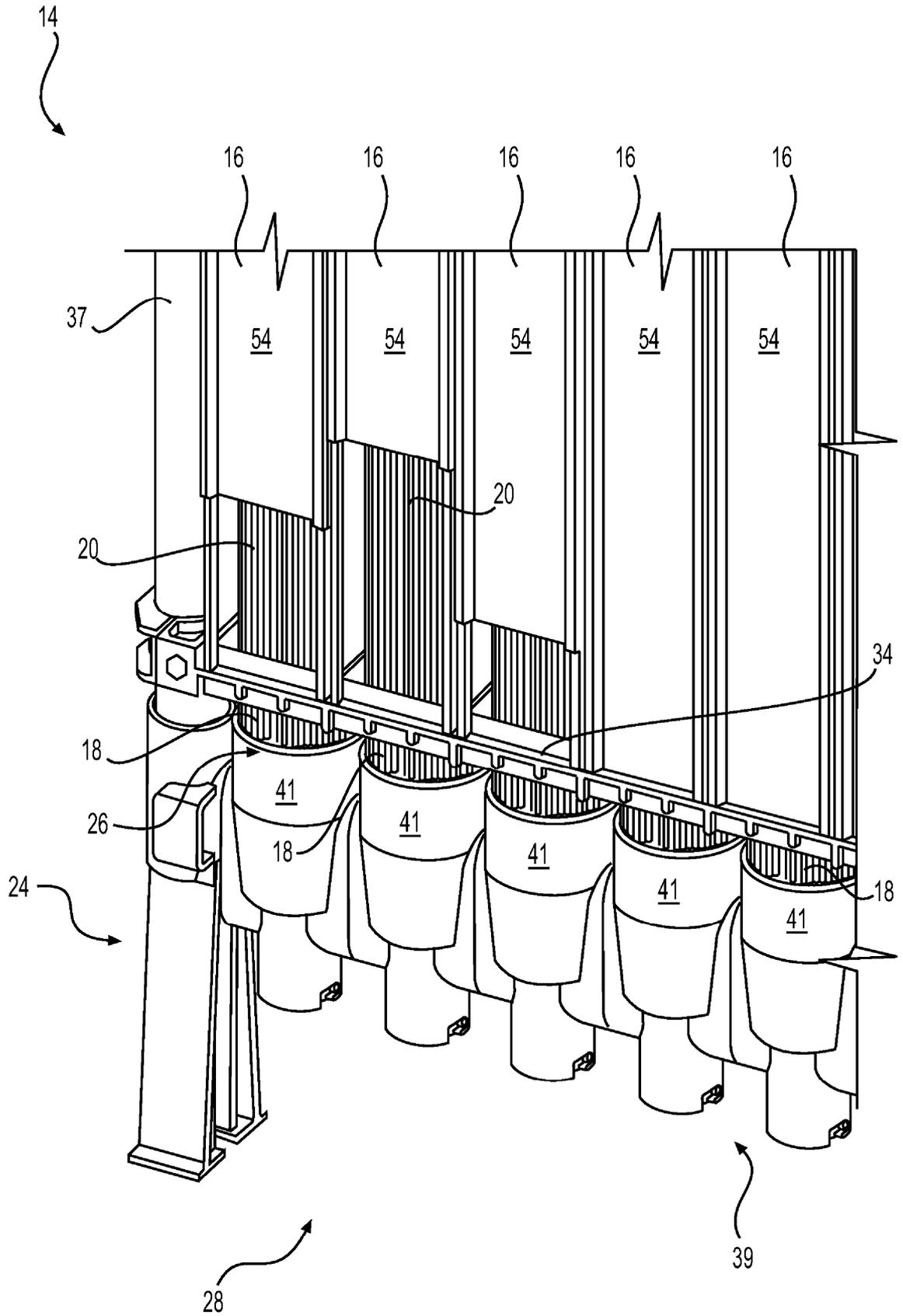


FIG. 5

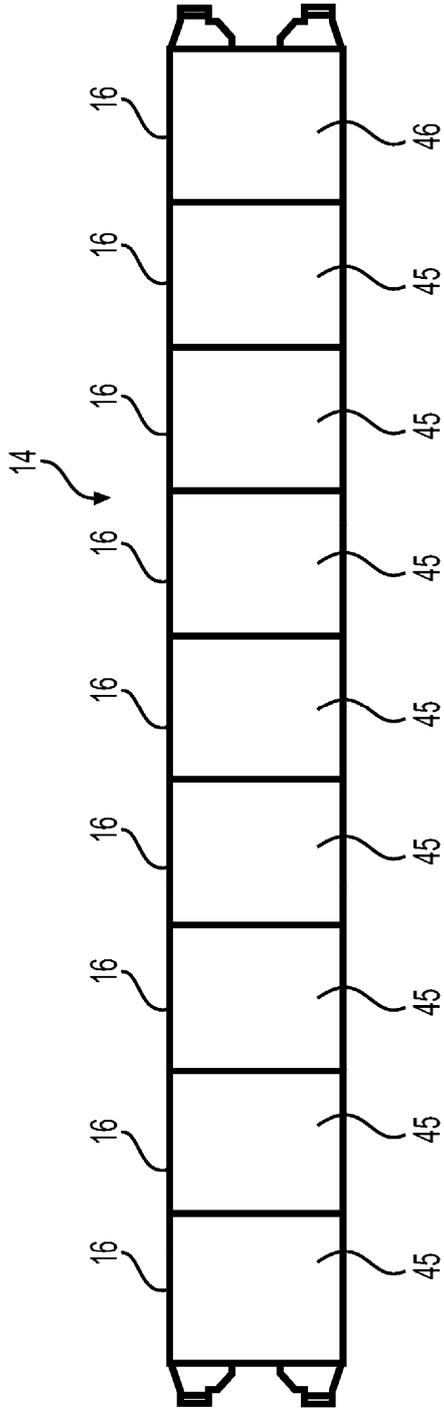


FIG. 6

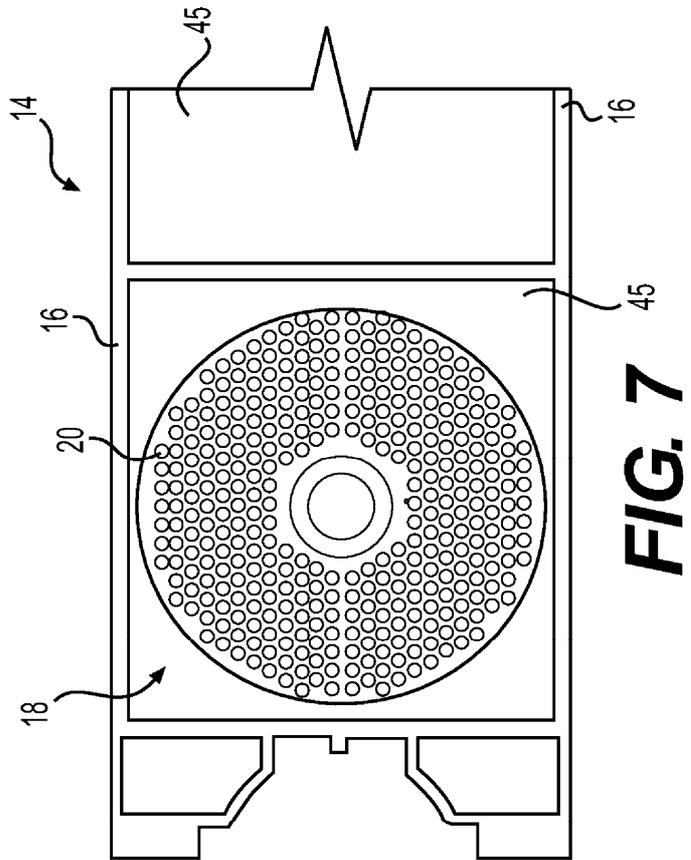


FIG. 7

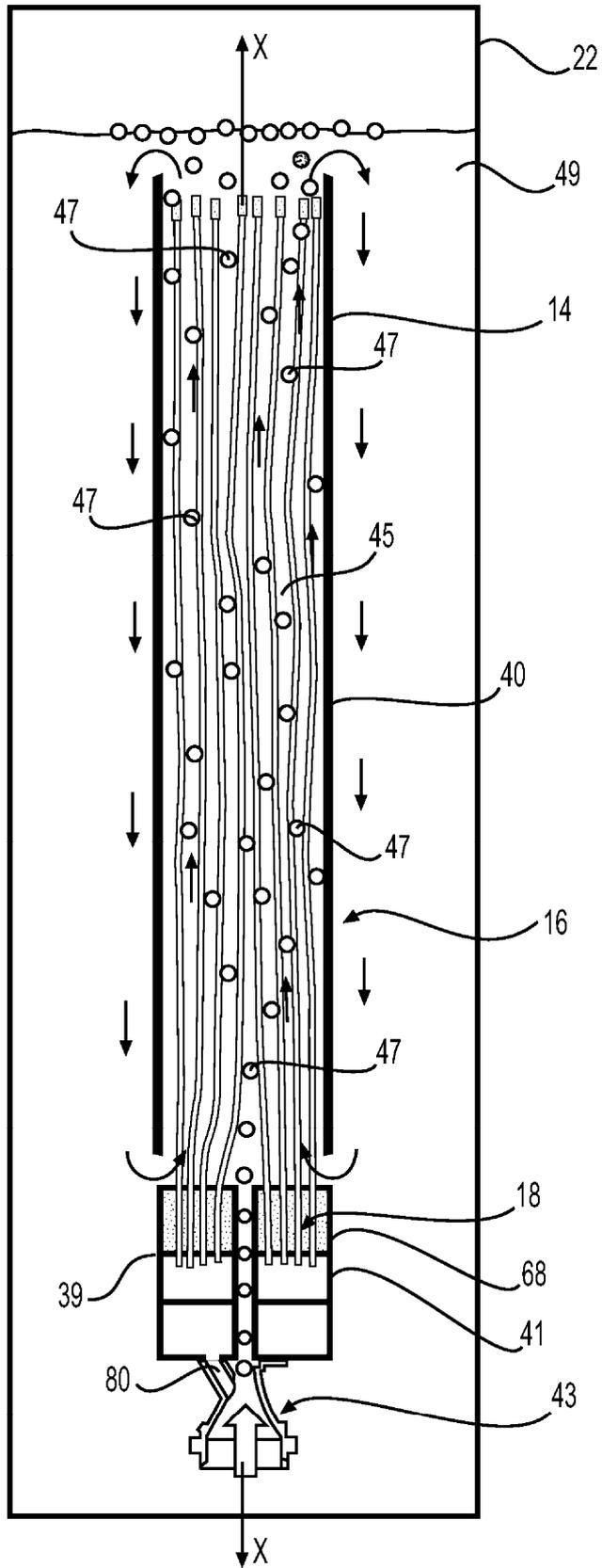


FIG. 8

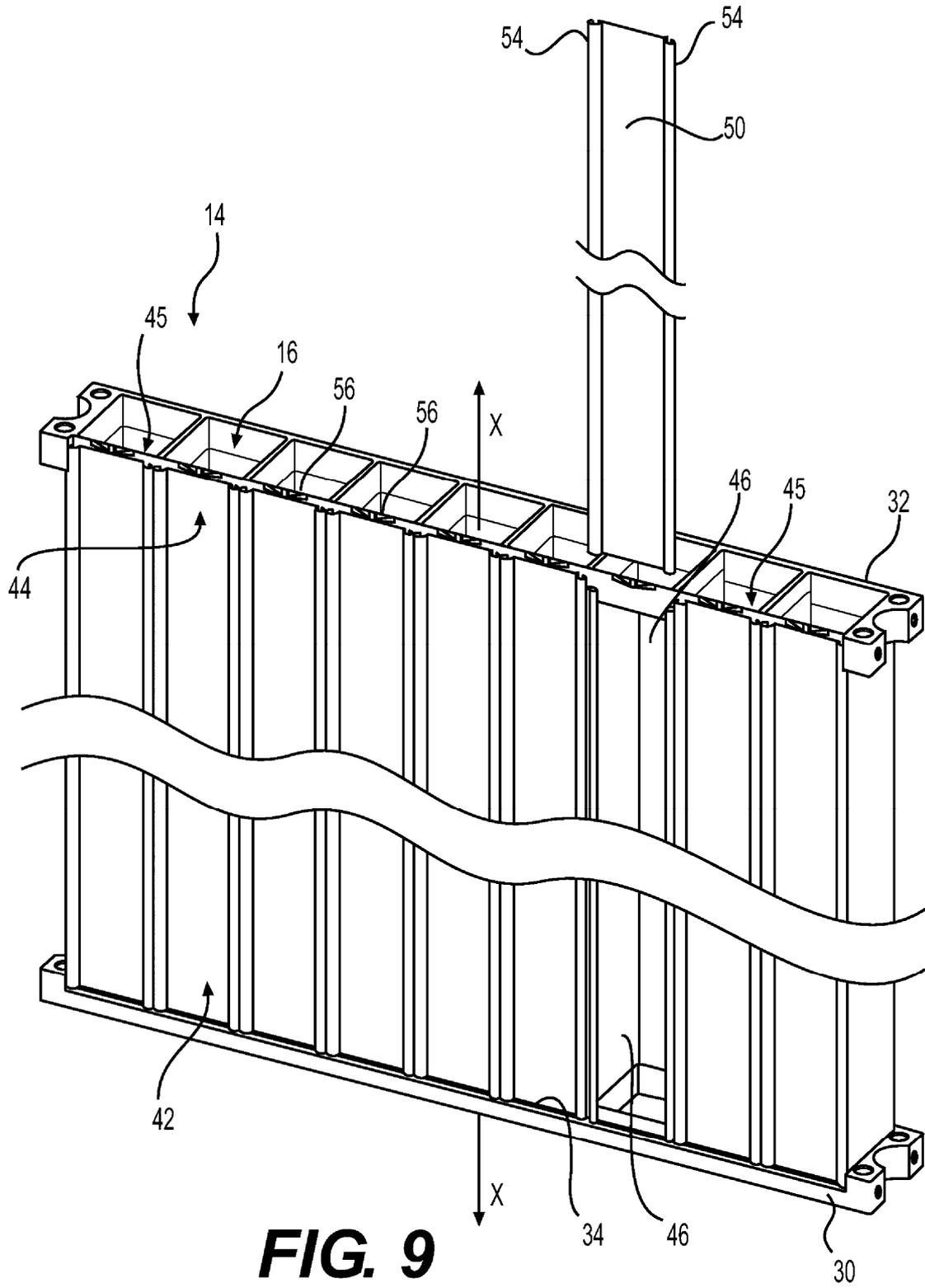


FIG. 9

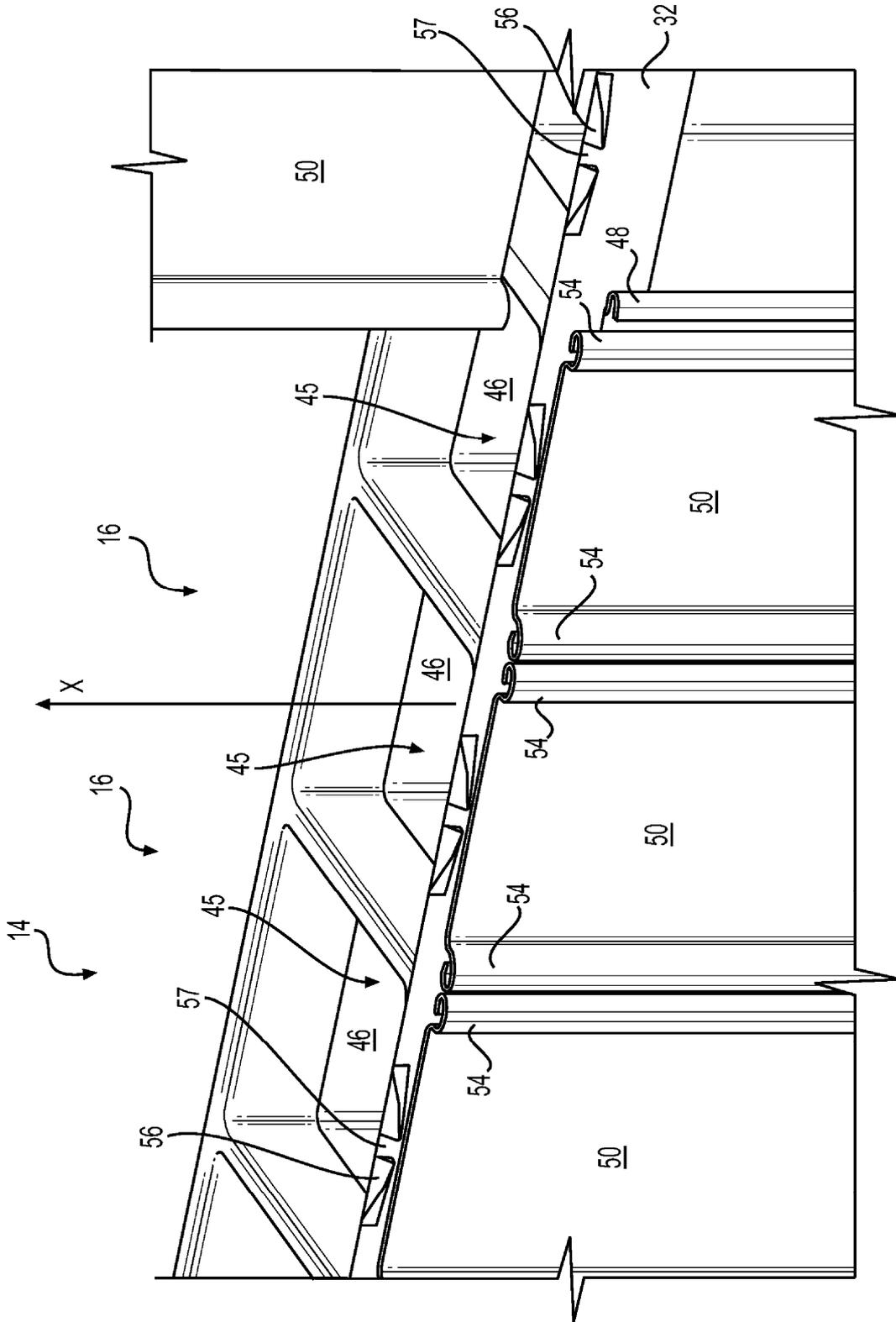


FIG. 10

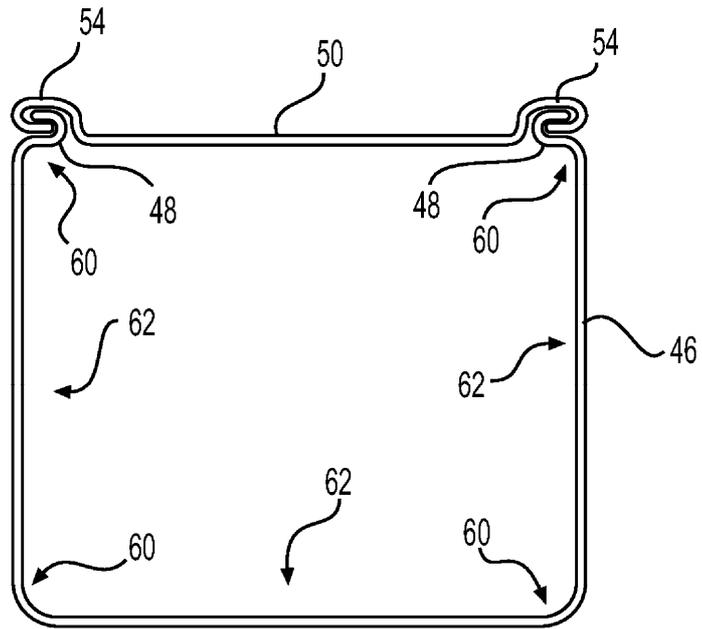


FIG. 11

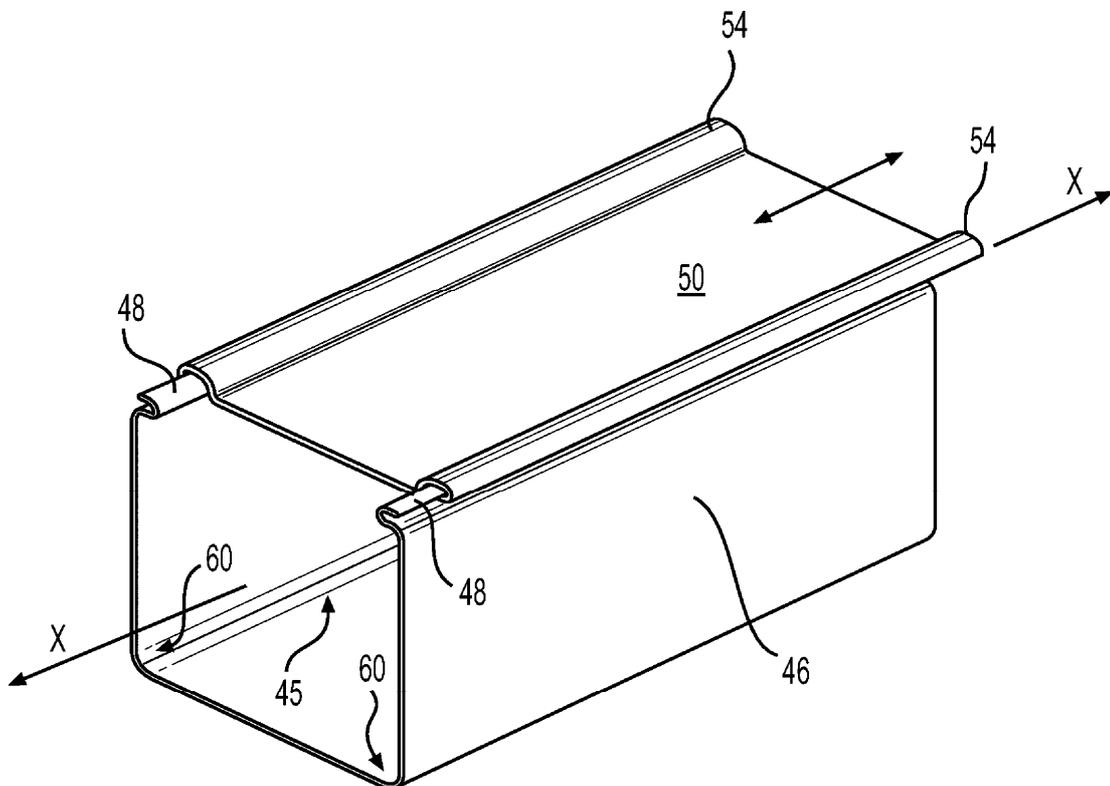


FIG. 12

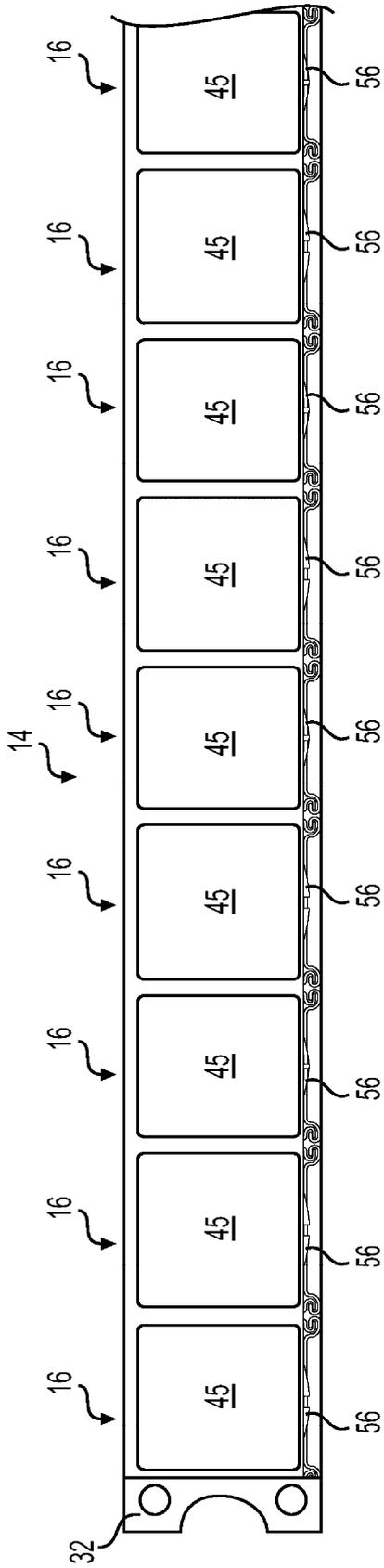


FIG. 13

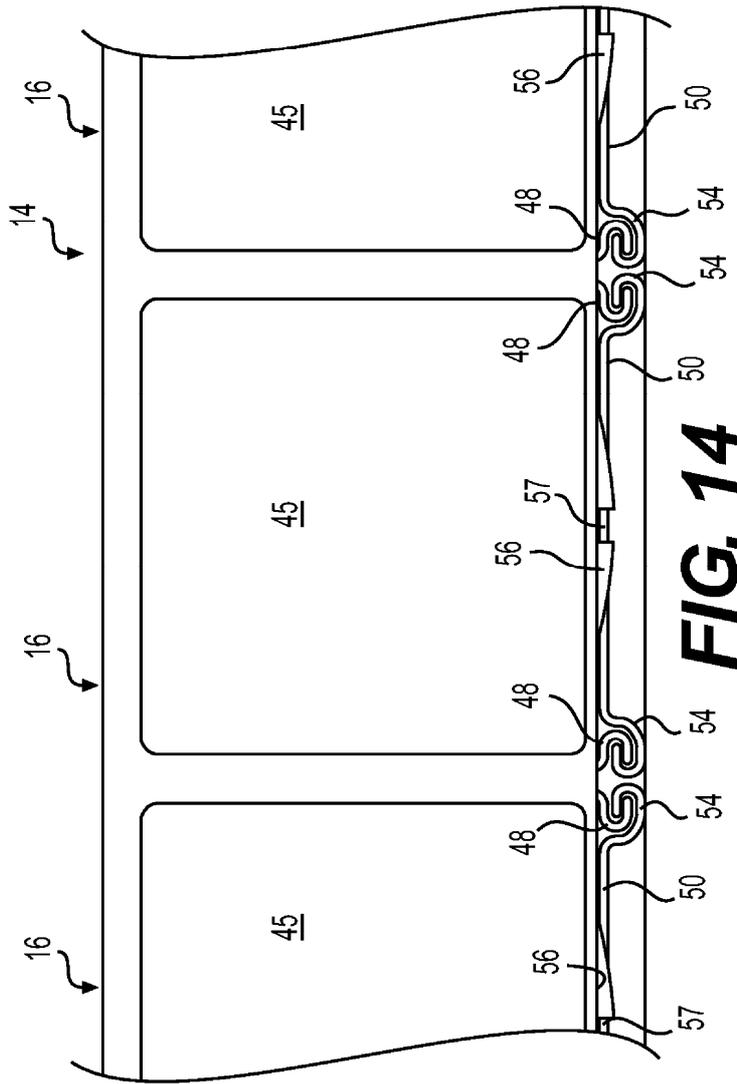


FIG. 14

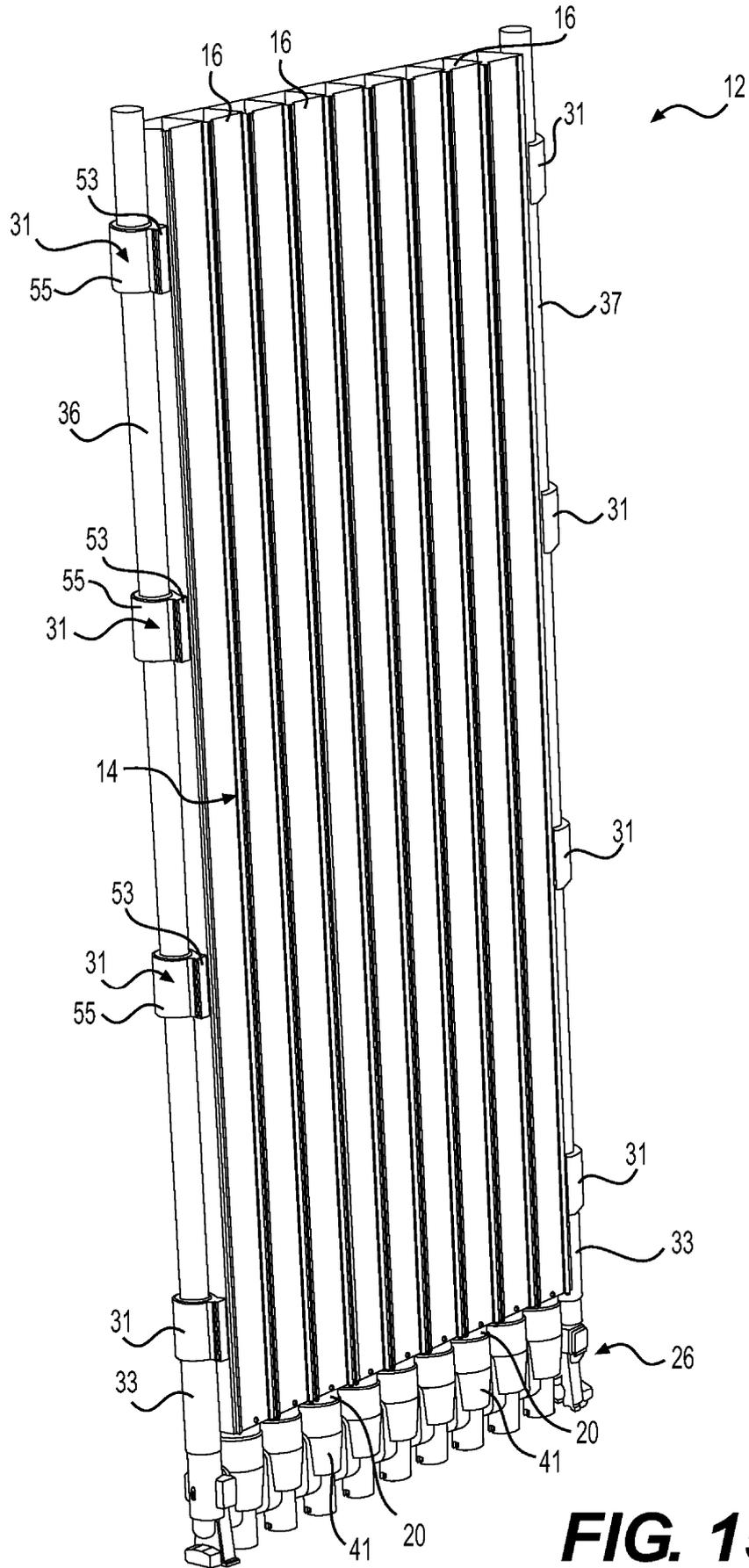


FIG. 15

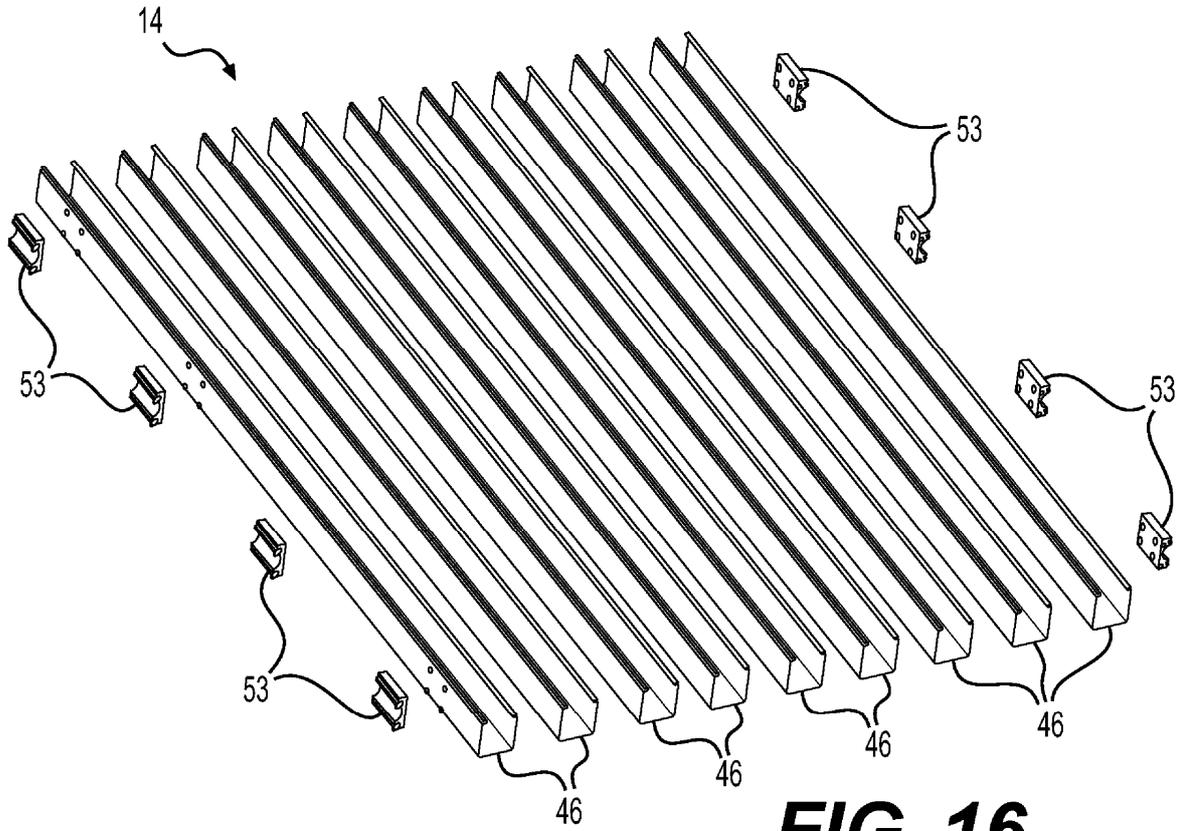
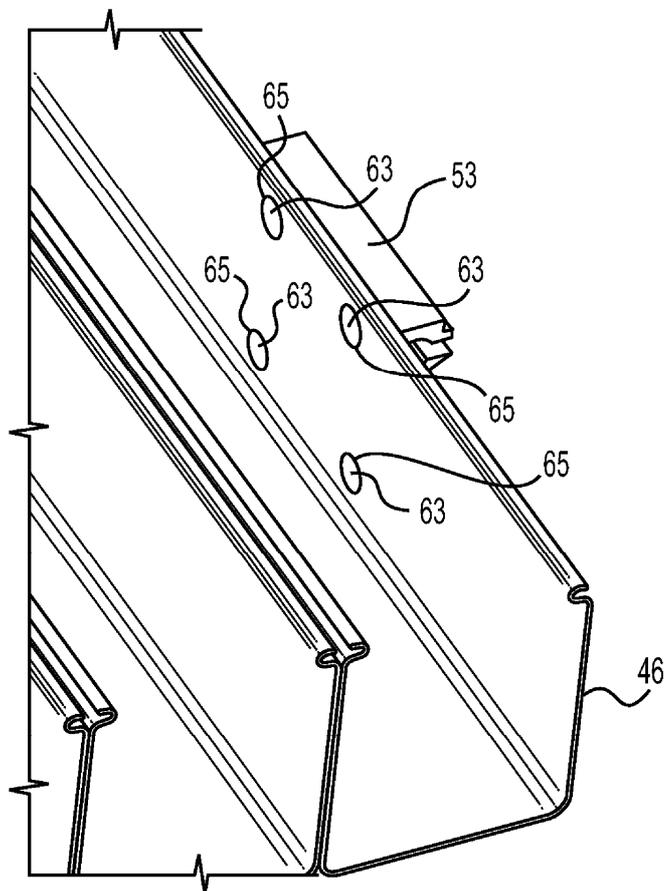


FIG. 16

FIG. 17



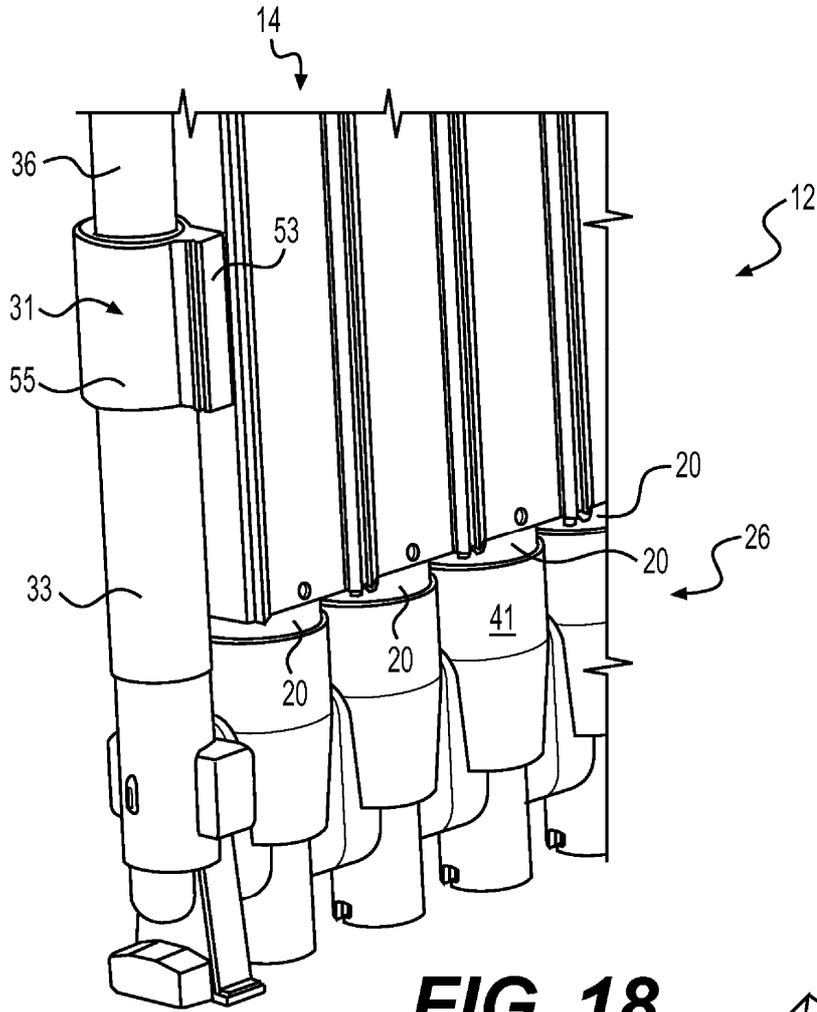
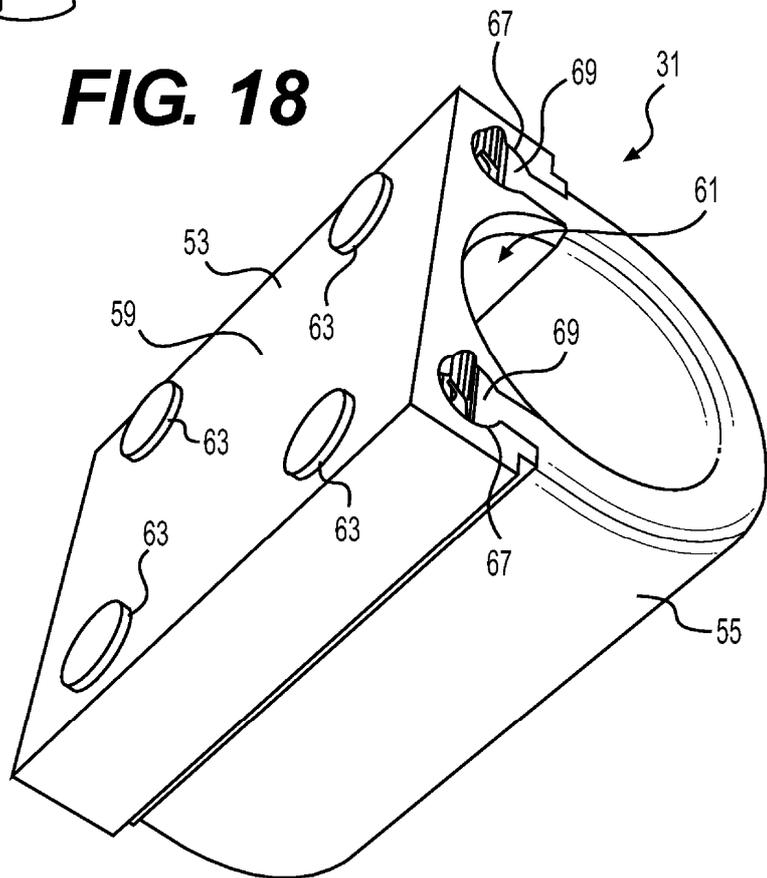


FIG. 18

FIG. 19



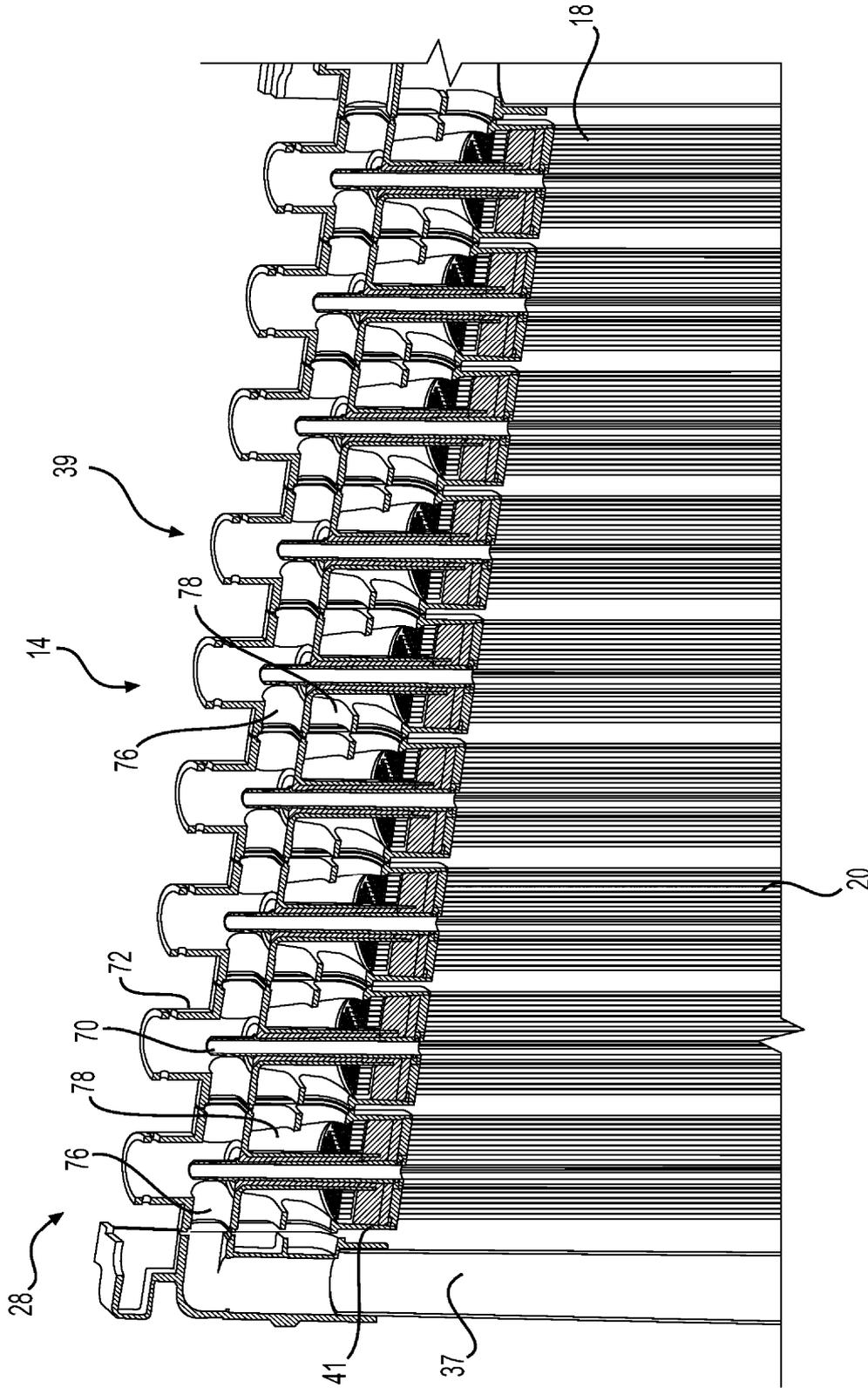


FIG. 20

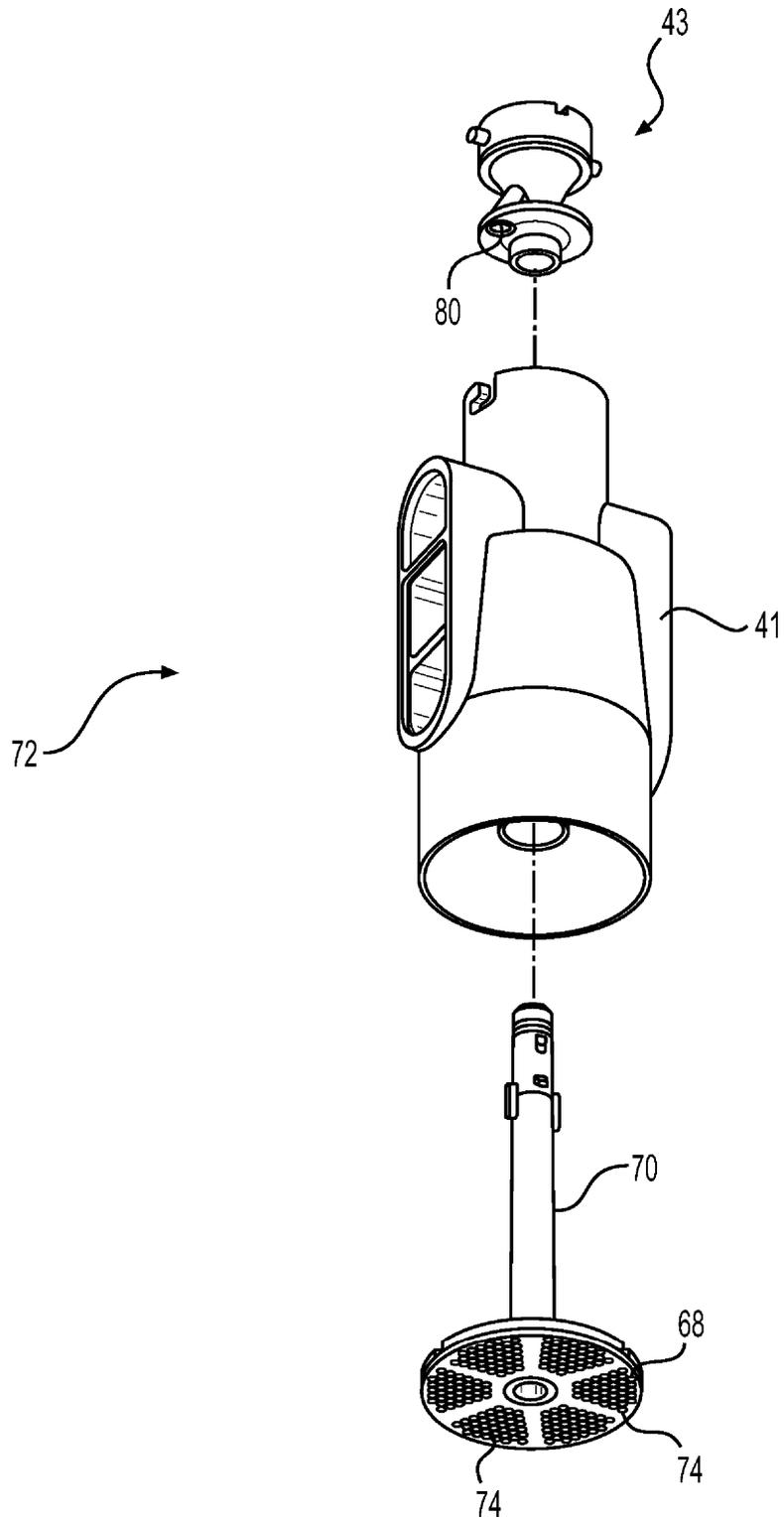


FIG. 21

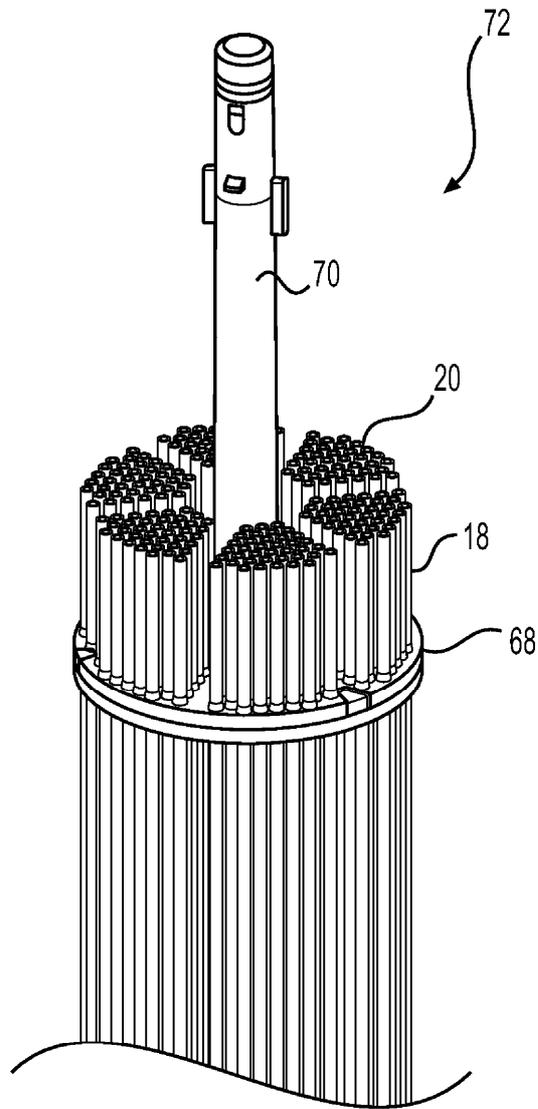


FIG. 22

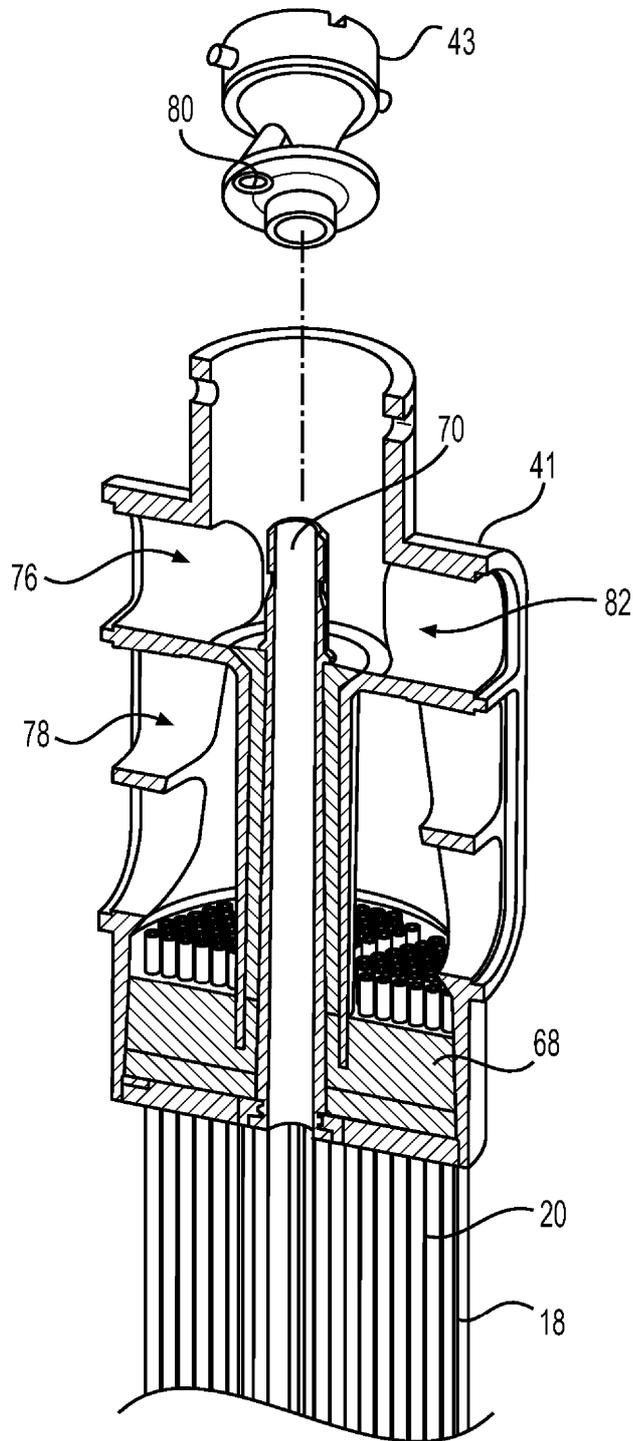


FIG. 23

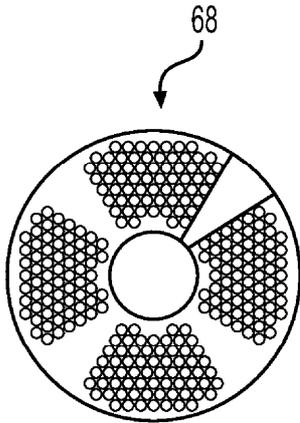


FIG. 24

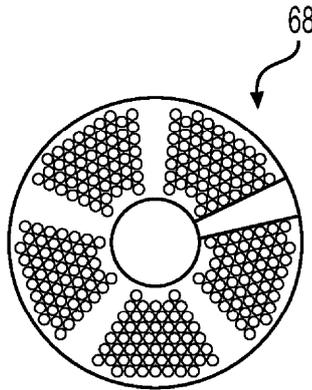


FIG. 25

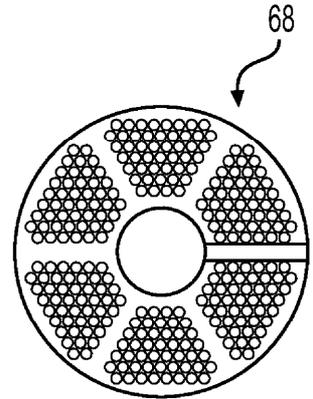


FIG. 26

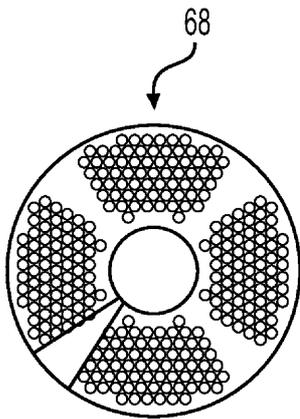


FIG. 27

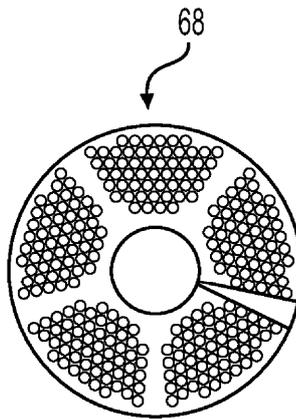


FIG. 28

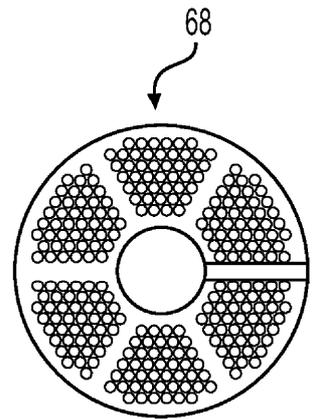


FIG. 29

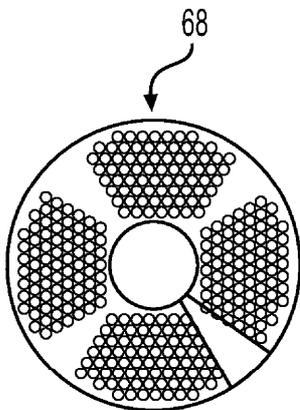


FIG. 30

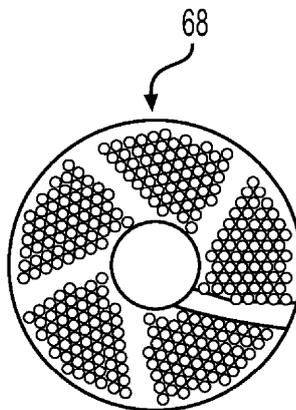


FIG. 31

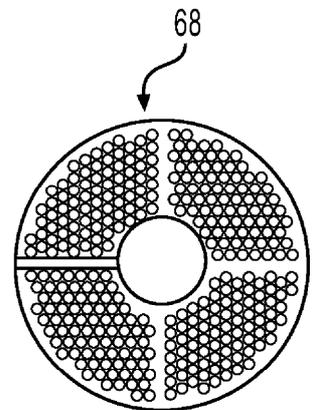


FIG. 32