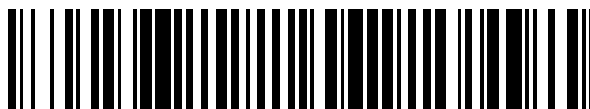


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 498**

51 Int. Cl.:

**B01D 61/20** (2006.01)

**B01D 65/08** (2006.01)

**C02F 1/44** (2006.01)

**C02F 3/12** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012** **PCT/US2012/064915**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014** **WO14077803**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012** **E 12805814 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 2919891**

54 Título: **Dispositivo de suministro de gas de múltiples canales y fondo abierto para membranas sumergidas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.03.2019**

73 Titular/es:

**BL TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)**  
**5951 Clearwater Drive**  
**Minnetonka, MN 55341, US**

72 Inventor/es:

**BOYLE, GAVIN JAMES;**  
**ALAM, ZAMIR y**  
**BAYLY, REID**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 702 498 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

Dispositivo de suministro de gas de múltiples canales y fondo abierto para membranas sumergidas

### Campo

- 5 La presente memoria descriptiva se refiere a un dispositivo de suministro de gas para su uso, por ejemplo, en el suministro de burbujas para inhibir el ensuciamiento de una membrana de filtración sumergida.

### Antecedentes

- La Patente WO2011/028341 describe un burbujeador de gas que produce un flujo intermitente de burbujas incluso si se proporciona con un flujo de gas continuo. El burbujeador tiene un alojamiento para recolectar una bolsa de gas y un conducto para liberar una parte del gas de la bolsa cuando la bolsa alcanza un tamaño suficiente. Un gran burbujeador se puede dividir en una pluralidad de unidades donde cada una tiene un conducto. Una tubería de suministro de gas tiene por lo menos un orificio alineado con cada unidad para suministrar aire a cada una de las unidades. La Patente WO 00/21890 describe sistemas de aireación de fondo cerrado para un módulo de membrana sumergido en el que se proporciona un flujo de aire alternado a dos o más conjuntos de aireadores de forma que el flujo de aire total sea constante. La Patente US 3162702 describe un aireador de fondo abierto para la purificación de aguas residuales. La Patente US 2005/006308 describe un aireador de cavidad invertida para un módulo de membrana. La Patente EP 1716914 divulga un aireador para haces de fibras huecas con múltiples tubos de aireación paralelos de diferente longitud con una única salida en el extremo.

### Introducción

- 20 La invención está definida por las reivindicaciones, a las que ahora se debe hacer referencia.

En esta memoria descriptiva se describe un dispositivo de suministro de gas, en el que se proporciona un suministro de gas a un colector con múltiples aberturas. Cada abertura descarga en un conducto que se extiende de manera horizontal hacia fuera desde la entrada. El área de las aberturas es menor que el área de los conductos. Cada conducto tiene sólo una salida para la descarga de burbujas. Preferentemente, las aberturas están situadas más juntas que la distancia entre dos salidas adyacentes.

Un dispositivo de suministro de gas descrito en esta memoria descriptiva tiene un colector adaptado para recibir gas presurizado y descargar el gas en una pluralidad de canales de fondo abierto. Cada canal tiene una sola salida formada por un extremo abierto del canal. El colector tiene un fondo abierto. Las aberturas entre el colector de entrada y los canales pueden estar en la forma de ranuras de fondo abierto.

- 30 En un procedimiento de aireación descrito en esta memoria descriptiva, un flujo de gas presurizado se coloca en un depósito a cerca o por debajo del fondo de un módulo de membrana. Aproximadamente a esta elevación, el flujo de gas presurizado se divide en múltiples flujos de gas presurizado. Cada uno de los múltiples flujos de gas presurizado se dirige a una posición lateral diferente y luego se libera en forma de burbujas. Preferentemente, la etapa de dividir el flujo de gas presurizado además comprende restringir el flujo del gas presurizado. Preferentemente, los múltiples flujos individuales de gas presurizado se dirigen de manera horizontal en conductos de fondo abierto separados.

### Breve descripción de las figuras

- La Figura 1 es una vista desde arriba de un dispositivo de suministro de gas.  
La Figura 2 es una vista desde abajo del dispositivo de suministro de gas de la Figura 1.  
La Figura 3 es una vista lateral del dispositivo de suministro de gas de la Figura 1.  
40 La Figura 4A es una vista isométrica de la parte inferior del dispositivo de suministro de gas de la Figura 1.  
La Figura 4B es una vista isométrica de la parte superior del dispositivo de suministro de gas de la Figura 1.  
La Figura 5 es una vista lateral del dispositivo de suministro de gas de la Figura 1 en combinación con un burbujeador de gas intermitente.  
La Figura 6 es una vista isométrica en corte transversal de la parte inferior de un burbujeador de gas intermitente alternativo.  
45 La Figura 7 es un corte transversal esquemático de un depósito que tiene un módulo de membrana accionado por succión y un sistema de aireación sumergido en el depósito.

### Descripción detallada

- 50 En un burbujeador de gas como se describe en Publicación Internacional Número 2011/028341, una unidad del burbujeador que recibe un mayor caudal de gas de entrada producirá impulsos de burbujas a una frecuencia más alta. Con el fin de limpiar de manera uniforme un casete de membrana, puede ser deseable que cada unidad opere cerca de la misma frecuencia. Los orificios de la tubería de suministro de gas se hacen pequeños para ayudar a igualar el caudal de gas entre los orificios que alimentan diferentes unidades del burbujeador. Sin embargo, si la tubería de suministro de gas está instalada fuera de nivel por tan poco como 6 mm más de una longitud de

aproximadamente 500 mm, los orificios a una elevación más alta tendrán un caudal de gas notablemente más grande. Además, los sólidos que entran en la tubería de suministro de gas durante los períodos de mantenimiento cuando el suministro de gas está apagado se pueden secar o aglomerarse cuando el gas se vuelve a encender. De vez en cuando, una partícula sólida se forma en el tubo de suministro de gas que es lo suficientemente grande o rígida para atascarse en uno de los orificios y restringir o bloquear el orificio. Un orificio bloqueado de manera parcial o completa a su vez conduce a una mala distribución de gas a las membranas y permite que los sólidos se acumulen en las membranas. A continuación, se describirá un dispositivo de suministro de gas que se puede utilizar como una alternativa a tal tubería de suministro de gas, ya sea con o sin un burbujeador de gas.

Las figuras 1 a 4 muestran diferentes vistas de un dispositivo de suministro de gas 10. De manera alternativa, el dispositivo de suministro de gas 10 se puede denominar como un aireador o un burbujeador. Durante el uso, el dispositivo de suministro de gas 10 se sumerge en un líquido, de manera típica agua, por ejemplo, lodo activado. El gas presurizado se suministra a una entrada 12 del dispositivo de suministro de gas y se emite en forma de burbujas desde una pluralidad de salidas 14. De manera típica, el gas es aire, pero en algunas aplicaciones, se puede utilizar otro gas, por ejemplo, biogás, nitrógeno, ozono o de oxígeno. El dispositivo de suministro de gas 10 mostrado tiene cuatro salidas 14, pero de manera alternativa puede haber más o menos salidas 14.

La entrada 12 está separada de las salidas 14 por una pluralidad de aberturas 16. Cada salida 14 se comunica con una abertura 16 a través de un canal 18. Una parte del dispositivo de suministro de gas 10 desde la entrada 12 a las aberturas 16 funciona como un colector 15, de manera alternativa denominado una cámara impelente, para distribuir el gas que entra a través de la entrada 12 entre los canales 18. La entrada 12, las aberturas 16 y las salidas 14 generalmente están situados a la misma altura, pero espaciados de manera horizontal. El gas generalmente fluye de manera horizontal en los canales 18.

El área de las aberturas 16 es menor que el área de los canales 18, o menor que el área del más pequeño de los canales 18 si tienen diferentes áreas. Por ejemplo, los canales 14 pueden tener un área de sección transversal que es tres veces o más que el área de la sección transversal de las aberturas 16. Las aberturas 16 restringen el flujo de gas en los canales 14. La restricción establecida por las aberturas 16 ayuda a distribuir el flujo de aire total, de manera casi equivalente entre los canales 18. La disminución del área de las aberturas 16 produce un flujo casi equivalente en los canales 18 pero también incrementa la pérdida de carga a través de las aberturas 16. Las aberturas 16 pueden estar hechas todas de la misma área. El área de los puertos 16 se puede reducir hasta que el flujo se distribuye de manera adecuada entre los canales 18. De manera opcional, una abertura 16 que se abre a un canal largo o estrecho 18 puede ser más grande que una abertura 16 que se abre a un canal corto o ancho 18 para ayudar a igualar el flujo entre los canales 18. De manera alternativa, una o más aberturas 16 se pueden hacer más grandes que otras aberturas 16 para aumentar de manera intencional el flujo de aire relativo a través de uno o más canales 18. Esto se puede hacer, por ejemplo, para proporcionar más aire a las extremidades de un casete de membrana sumergido para contrarrestar una tendencia a que el agua se levante preferentemente a través del centro de un casete.

Como se muestra en la Figura 1 y la Figura 2, las aberturas 16 están situados cerca uno de la otra en la dirección horizontal. De esta manera, si el dispositivo de suministro de gas 10 está montado unos pocos grados fuera de nivel, hay muy poca diferencia en elevación entre las aberturas 16. En particular, la distancia horizontal más grande entre dos aberturas 16 es menor que la distancia horizontal promedio entre las salidas adyacentes 14, o menos de la mitad de la distancia horizontal promedio entre las salidas adyacentes 14. La distancia horizontal más grande entre los puertos 16 es también menos de 25%, o menos de 10%, de la distancia más grande desde una abertura 16 a una salida 14. Esto ayuda a producir una distribución casi equivalente del gas entre los canales 18 en comparación con un aireador ordinario en la forma de un tubo con orificios cuando el dispositivo de suministro de gas 10 está montado fuera de nivel. Debido a que las aberturas 16 son las principales responsables de igualar el flujo entre los canales 18, las salidas 14 se pueden hacer más grandes, por ejemplo, tan grandes como el área de la sección transversal de los canales 18, de forma que es improbable que los sólidos que se acumulan en un canal 18 bloqueen la salida 14.

El dispositivo de suministro de gas 10 tiene sus salidas 14 espaciadas generalmente en una línea. De manera alternativa, los canales 18 se podrían extender a lo largo de una línea, pero en ambas direcciones desde la entrada 12.

De manera opcional, la parte superior de los canales 18 puede ser puntiaguda ligeramente hacia arriba. De esta manera, si el dispositivo de suministro de gas está montado de manera inadvertida con una inclinación ligeramente hacia abajo, a continuación, el gas no quedará atrapado en los canales 18 cuando el suministro de gas está apagado. Una ligera inclinación hacia arriba también puede ayudar a compensar las diferencias entre las longitudes de los canales 18.

Con referencia a la figura 7, el dispositivo de suministro de gas 10 se puede utilizar, por ejemplo, para proporcionar burbujas para fregar un módulo de membrana sumergido 50. Un dispositivo con una línea de salidas 14 es adecuado en especial para proporcionar burbujas a módulos de membrana con elementos rectangulares tales como módulos de lámina plana o elementos de fibra hueca ZeeWeed™ comercializados por GE Water & Process Technologies.

El dispositivo de suministro de gas 10 se sumerge en un depósito 52 que contiene uno o más módulos de membrana 50. El dispositivo de suministro de gas 10 se puede montar por separado en el depósito 52 o unirse a los módulos de membrana 50. El gas se puede atraer hacia el depósito desde una tubería de subida 54 y luego distribuirse de manera horizontal a través del espacio como un cabezal 56. El sillín 58 unido al cabezal 56 recibe el gas del cabezal y lleva el gas a una línea de dispositivos de suministro de gas 10 orientados de manera perpendicular al cabezal 56 en un plano generalmente horizontal. De manera opcional, un dispositivo de suministro de gas 10 puede estar conectado directamente a un cabezal 56 o una tubería elevadora 54. Las corrientes de burbujas 30 se descargan desde las salidas 14 en diferentes posiciones laterales con relación a un módulo de membrana 50. El gas que fluye a cada posición lateral sobrepasa cualquier posición lateral intermedia. Se les puede permitir a las burbujas 30 elevarse directamente a las membranas para limpiarlas o inhibir el ensuciamiento. De acuerdo con la invención, un transductor se coloca por encima del dispositivo de suministro de gas 10 para modificar su salida antes de que las burbujas alcancen las membranas.

La Figura 5 ilustra el transductor de acuerdo con la invención en el que un burbujeador de gas intermitente 20, por ejemplo, del tipo mostrado en la publicación internacional número 2011/028341, está asociado con el dispositivo de suministro de gas. El gas presurizado 28 se divide en el dispositivo de suministro de gas en cuatro corrientes de burbujas 30. Cada corriente de burbuja 30 se eleva en una cavidad diferente 32 del burbujeador de aire intermitente 20. El gas que fluye a través de un conducto 18 a una cavidad 32 particular sobrepasa todas las cavidades intermedias 32.

Cada cavidad 32 tiene un conducto de descarga 34, en la forma de un tubo en forma de J en el ejemplo de la Figura 5, que actúa como un sifón invertido para descargar impulsos intermitentes de aire desde la cavidad 32. Las burbujas emitidas desde el dispositivo de suministro de gas 10 primero se recolectan en la cavidad 32 que forma una bolsa de gas en la parte superior de la cavidad 32. Ningún gas se emite desde la cavidad 32 hasta que la bolsa de gas se expande para alcanzar el punto bajo del conducto de descarga 34. En ese momento, la bolsa de gas se vacía fuera de la cavidad 32 a través del conducto 34 y el procedimiento se repite. De este modo, una corriente continua de burbujas 30 desde el dispositivo de suministro de gas 10 se convierte en un flujo intermitente de burbujas desde el burbujeador de gas intermitente 20.

En la Figura 5, el dispositivo de suministro de gas 10 se muestra montado por separado y por debajo del burbujeador de gas intermitente 20. De manera alternativa, el dispositivo de suministro de gas 10 puede ser montado en el burbujeador de gas intermitente 20. En el ejemplo mostrado, la entrada 12 puede estar equipada en un receptáculo 26 del burbujeador de gas intermitente 20. Un elemento de fijación (no se muestra) se coloca luego a través de un ojal 22 en el dispositivo de suministro de gas 10 y en un tope 24 en el burbujeador de gas intermitente 20. Esto da como resultado que el dispositivo de suministro de gas 10 quede situado parcialmente dentro del burbujeador de gas intermitente 20. Sin embargo, las salidas 14 están por debajo de los conductos 34 y todavía se descargan en el agua por debajo del límite inferior de las bolsas de gas en las cavidades 32.

La Figura 6 es una vista isométrica en corte transversal de la parte inferior de un burbujeador intermitente alternativo 40. En este ejemplo, los conductos de múltiples aberturas 42 proporcionan dos o más vías de salida que se extienden hacia arriba desde el punto bajo de cada uno de los conductos de múltiples aberturas 42. Un divisor 44 entre los conductos de múltiples aberturas adyacentes 42 tiene una ranura 46 que se extiende desde la parte inferior del divisor 44 por encima del punto bajo de los conductos de múltiples aberturas 42. Cada cavidad con un conducto de múltiples aberturas 42 reemplaza dos cavidades con un único conducto de salida y de este modo evita la necesidad de equilibrar el suministro de gas entre las dos cavidades reemplazadas. La ranura 46 en el divisor 44 ayuda a igualar el suministro de aire a las cavidades. El gas puede fluir en cualquier dirección a través de la ranura 46 pero el flujo neto será desde una cavidad que recibe un flujo de gas más grande a una cavidad que recibe un flujo de aire inferior.

El dispositivo de suministro de gas 10 es una estructura de fondo abierto. Por ejemplo, los canales 18 están formados por paredes laterales y una parte superior. Los canales 18 están abiertos en la parte inferior y, preferentemente, en sus extremos. Las salidas 14 pueden estar definidas por el extremo abierto de los canales 18. El colector 15 entre la entrada 12 y las aberturas 16 preferentemente también están abiertas en la parte inferior. Las aberturas 16 preferentemente son ranuras también abiertas en la parte inferior del dispositivo de suministro de gas 10. De esta manera, los sólidos atrapados en cualquier parte del dispositivo de suministro de gas 10 más allá de la entrada 12 se puede caer o ser expulsado hacia abajo fuera del dispositivo de suministro de gas 10. Al tener una vía tan corta y simple para que los sólidos salgan, esto ayuda a evitar el ensuciamiento en el dispositivo de suministro de gas 10. En el caso de que los sólidos de alguna manera todavía se acumulen en el dispositivo de suministro de gas, la estructura de fondo abierta facilita la ubicación y la eliminación de los sólidos, por ejemplo, por medio de la pulverización de agua en la parte inferior del dispositivo de suministro de gas 10.

La construcción de fondo abierto del dispositivo de suministro de gas 10 también ayuda a acomodar una gama de caudales de gas de entrada. A caudales bajos, el agua entra en el dispositivo de suministro de gas 10 y reduce el tamaño de las aberturas 16. En caudales de gas más altos, menos agua entra en el dispositivo de suministro de gas 10 y las aberturas 16 y los canales 18 incrementan en cuanto a su tamaño.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, que incluye el mejor modo, y también para

permitir que aquéllos con experiencia en la técnica pongan en práctica la invención, que incluye la fabricación y el uso de los dispositivos o sistemas y la realización de cualquiera de los procedimientos incorporados. El alcance patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les ocurran a aquéllos con experiencia en la técnica.

## REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de suministro de gas (10) que comprende,
  - a) un colector (15) adaptado para ser conectado a una fuente de un gas presurizado; y,
  - b) una pluralidad de canales (18), estando cada uno de la pluralidad de canales en comunicación de fluido con el colector a través de una abertura asociada distinta (16), **caracterizado porque** cada uno de la pluralidad de canales tiene una sola salida (14) formada por un extremo abierto del canal y cada uno de la pluralidad de canales tiene una parte inferior generalmente abierta y un extremo generalmente abierto,en el que los canales tienen diferentes longitudes, y en el que cada una de las aberturas tiene un área menor que el área de la sección transversal del canal con la que está asociada, y  
en el que el dispositivo de suministro de gas (10) está en combinación con un burbujeador de gas intermitente (20) que tiene cavidades (32); y  
en el que las salidas (14) están espaciadas generalmente en una línea de forma que una salida está ubicada debajo de cada cavidad.
2. El dispositivo de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los extremos de la pluralidad de canales (18) están separados uno del otro en un plano generalmente horizontal.
3. El dispositivo de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los canales son paralelos entre sí.
4. El dispositivo de suministro de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en combinación con un módulo de membrana sumergido (50).
5. El dispositivo de suministro de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aberturas (16) están configuradas generalmente como ranuras de fondo abierto.
6. El dispositivo de suministro de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia horizontal más grande entre dos aberturas (16) es menor que la mitad de la distancia horizontal promedio entre salidas adyacentes (14); y/o  
en el que la distancia horizontal más grande entre dos aberturas es menor que el 25% de la distancia más grande desde una abertura a una salida.
7. Un procedimiento de suministro de gas que comprende las etapas de:
  - a) proporcionar un dispositivo de suministro de gas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y
  - b) proporcionar un flujo de gas presurizado al dispositivo de suministro de gas.
8. El procedimiento de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el flujo de gas presurizado varía dentro de un intervalo de caudales de gas de entrada.
9. El procedimiento de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende,
  - a) traer un flujo de gas presurizado a un depósito (52) cerca o por debajo del fondo de un módulo de membrana (50);
  - b) dividir el flujo de gas presurizado en múltiples flujos de gas presurizado;
  - c) dirigir cada uno de los múltiples flujos de gas presurizado a una posición lateral diferente utilizando la pluralidad de canales (18), estando cada uno de la pluralidad de canales en comunicación de fluidos con un colector a través de la abertura asociada distinta (16),
  - d) liberar burbujas desde las diferentes posiciones laterales.
10. El procedimiento de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la etapa b) además comprende restringir el flujo de gas presurizado.
11. El procedimiento de suministro de gas de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los canales son paralelos entre sí.

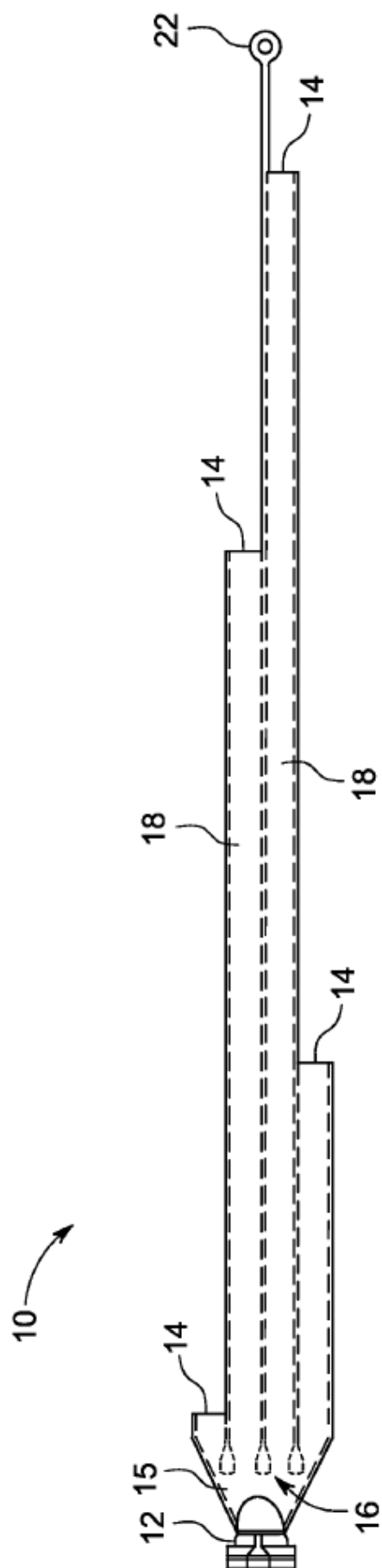


FIG. 1

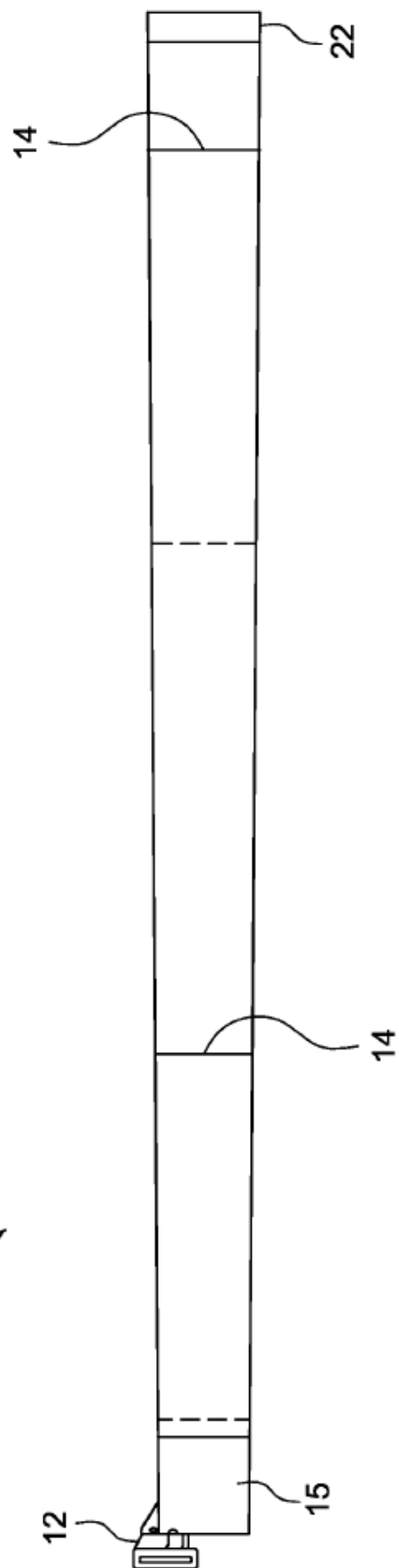


FIG. 2

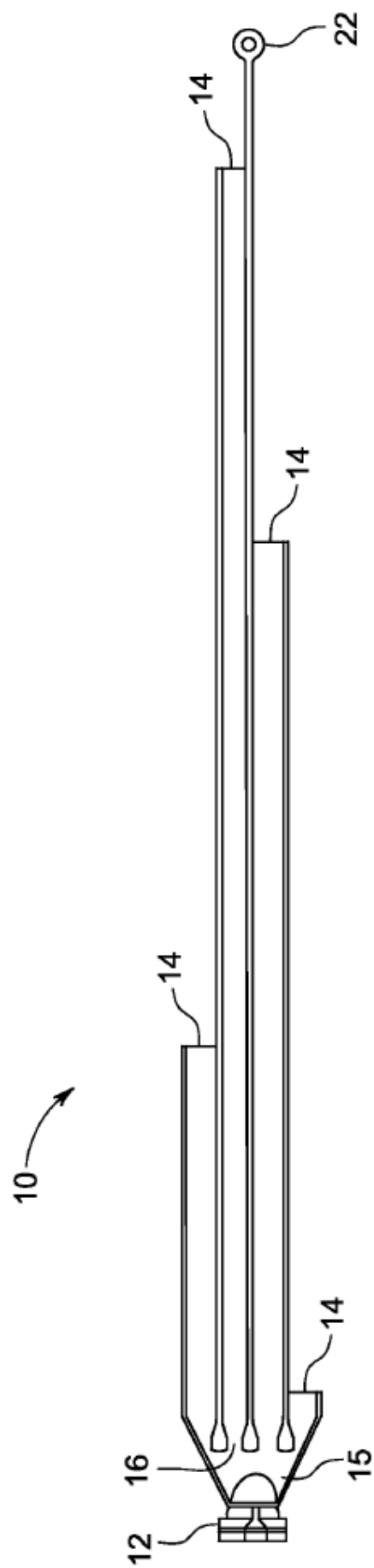


FIG. 3



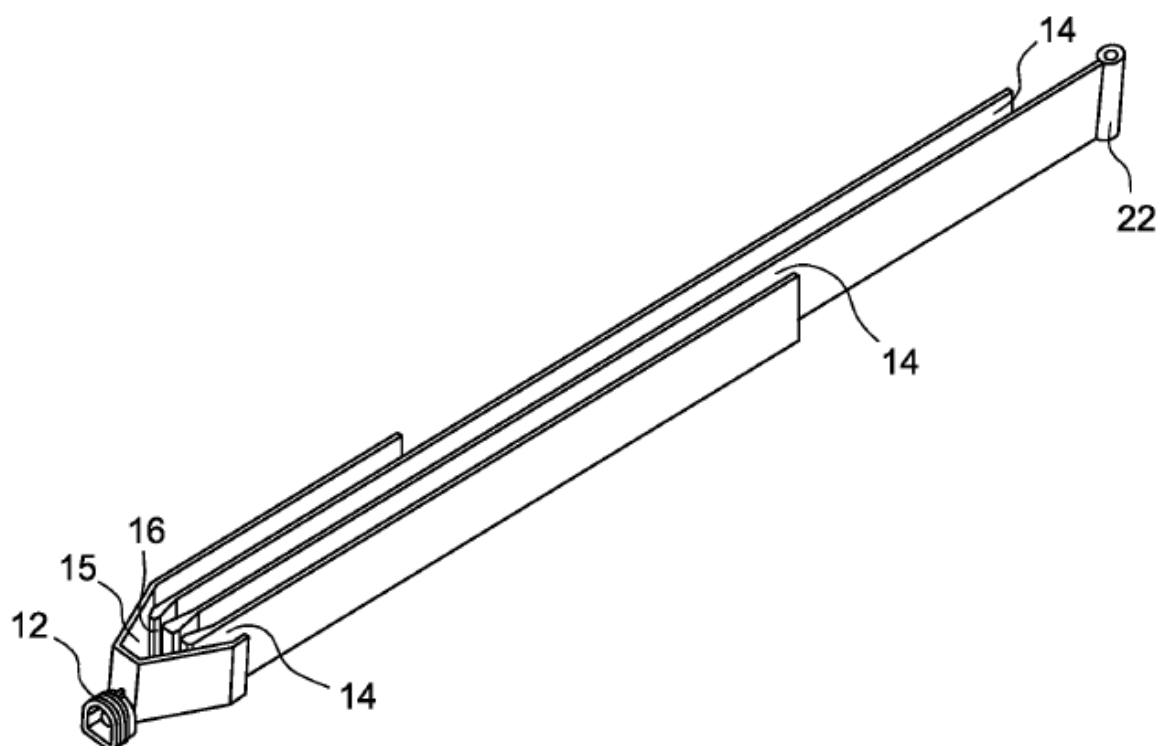


FIG. 4A

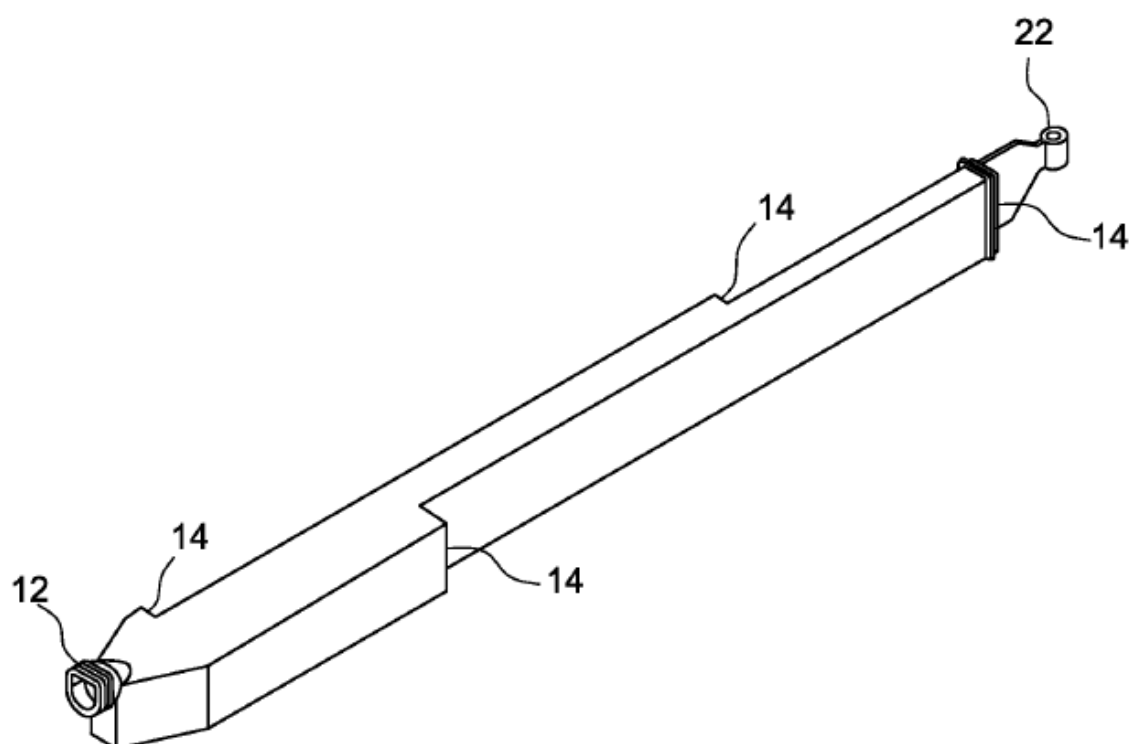


FIG. 4B

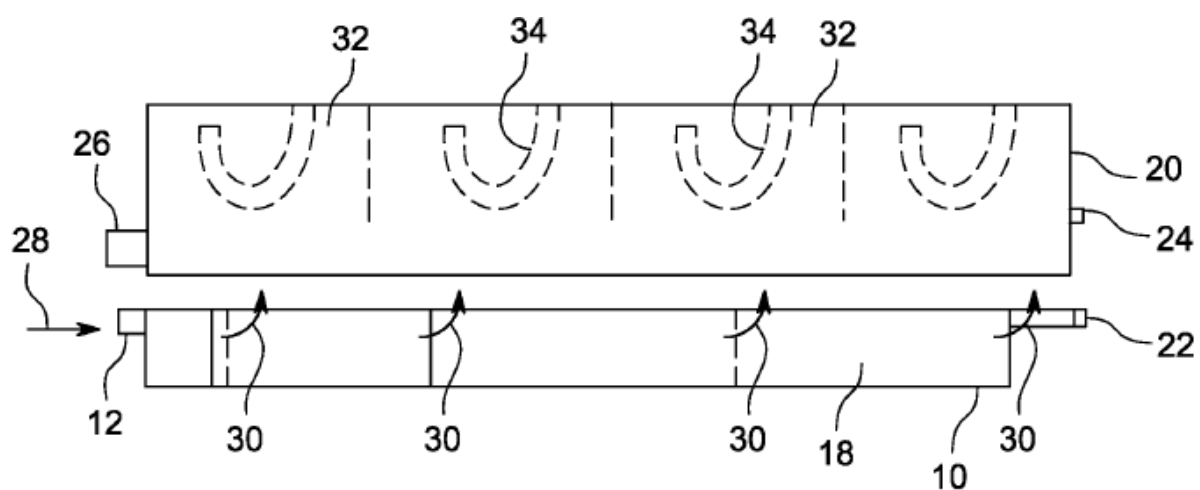


FIG. 5

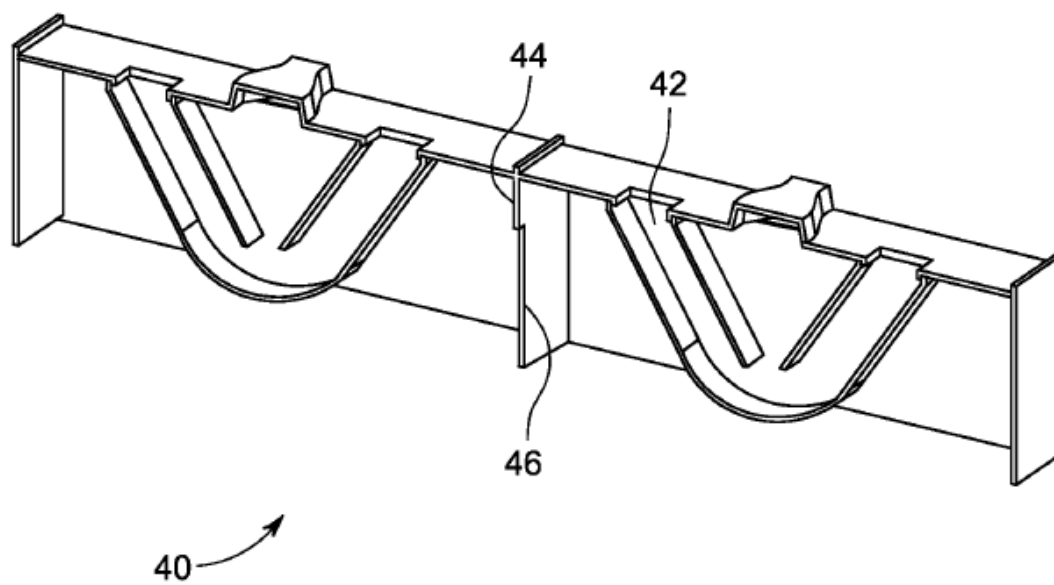


FIG. 6

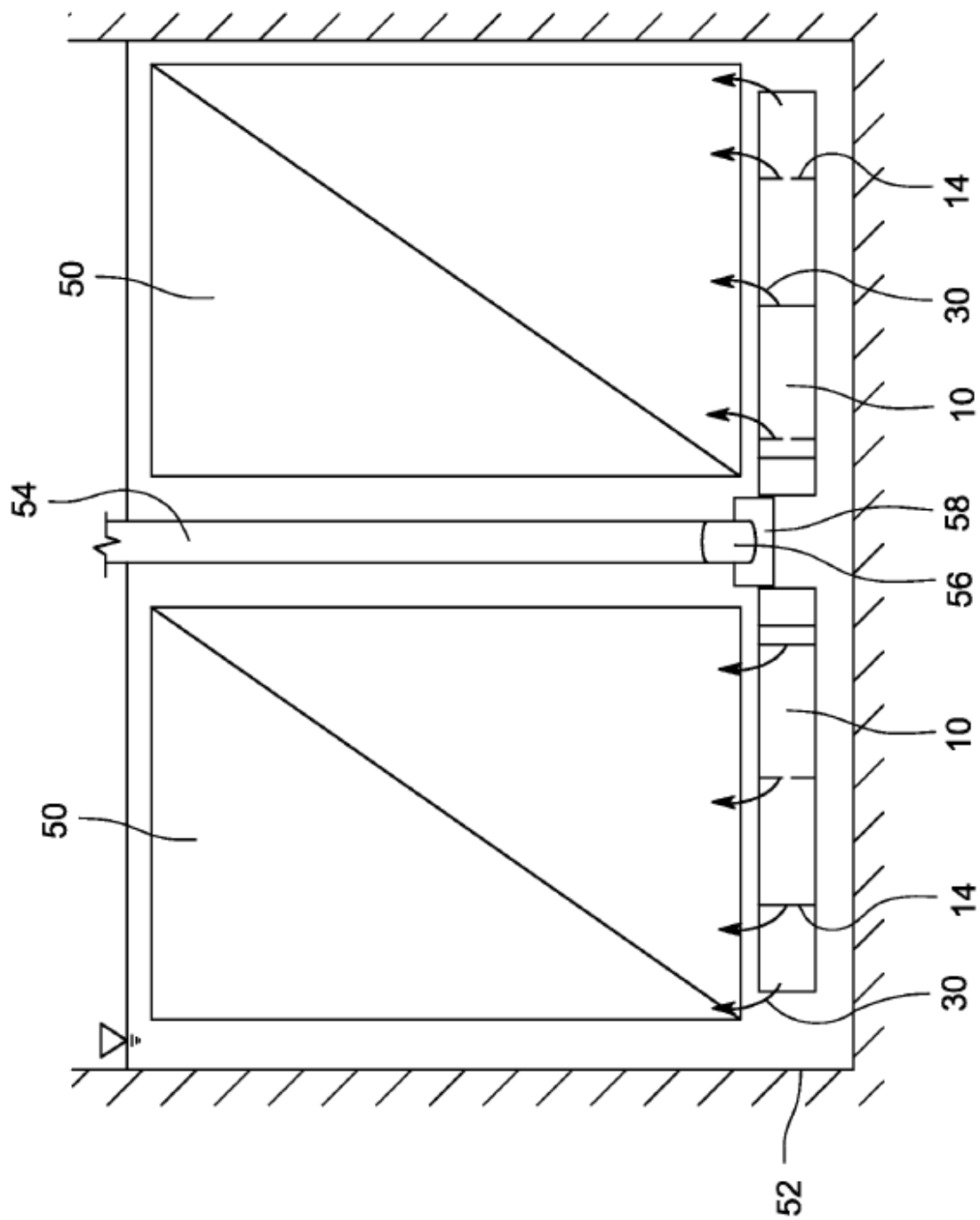


FIG. 7