

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 648**

51 Int. Cl.:

G01M 3/04 (2006.01)
G01N 1/22 (2006.01)
G01N 1/26 (2006.01)
G01M 3/16 (2006.01)
G01M 3/20 (2006.01)
G01N 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2006 PCT/US2006/041520**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2007 WO07050627**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2006 E 06817353 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2019 EP 1949065**

54 Título: **Método y aparato para la exploración de un lecho filtrante de banco en V**

30 Prioridad:

24.10.2005 US 729643 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2020

73 Titular/es:

**CAMFIL USA, INC. (100.0%)
One North Corporate Drive
Riverdale, New Jersey 07457, US**

72 Inventor/es:

**MORSE, THOMAS C. y
HUZA, MARK**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 743 648 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para la exploración de un lecho filtrante de banco en V

5 Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 60/729.643, presentada el 24 de octubre de 2005 por Thomas C. Morse.

10 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

15 La presente invención se refiere en general a un método y a un aparato para la exploración de un lecho filtrante de banco en V

Descripción de la técnica relacionada

20 Muchas aplicaciones de control de contaminación que tienen requisitos de flujo de aire elevado utilizan filtros de banco en V en lugar de filtros de panel cuando el flujo laminar no es una preocupación principal. Sin embargo, las prácticas convencionales de fabricación y validación limitan el ensayo de bancos en V al ensayo de la eficacia global debido a la incapacidad de someter a ensayo de manera precisa fugas (es decir, realizar un ensayo de exploración) de los medios filtrantes para detectar fugas por perforaciones. Pueden encontrarse ejemplos de métodos usados en someter a ensayo por exploración filtros de banco en V en un artículo de FILTRATION AND SEPARATION, titulado
25 "New HEPA/ULPA Filters for Clean-Room Technology", por SCHROTH T., publicado en el vol. 33, n.º. 3, el 1 de marzo de 1996 (01-03-1996), páginas 245-250 y en la patente JP H10 296025 A. La incapacidad para someter a ensayo por exploración filtros de banco en V se ha documentado en un artículo publicado en octubre de 2001 en Cleanrooms Magazine titulado "EN1822: THE STANDARD THAT GREATLY IMPACTED THE EUROPEAN CLEANROOMS MARKET." En el artículo, el autor afirma que "...los filtros HEPA/ULPA con paquetes de pliegue en forma de V no pueden explorarse, porque la sonda de medición no puede acercarse suficientemente a una posible fuga en el paquete plegado."

35 Sin embargo, muchas instalaciones se ven obligadas a utilizar productos de filtro de pliegues profundos en lugar de productos filtro de banco en V debido a los requisitos de validación cada vez más estrictos para el control de la contaminación que requieren ensayos de exploración. Dado que los filtros de pliegues profundos en general no tienen la capacidad de tratamiento del aire de los filtros de banco en V, pueden requerirse más filtros para una aplicación dada, y puede requerirse más energía para conducir los flujos de gas a través de los filtros. Por tanto, el uso de filtros de pliegues profundo en aplicaciones en que los filtros de banco en V podrían utilizarse puede dar lugar a mayores costes de uso de filtro y energía.

40 Por tanto, existe la necesidad de un método y un aparato para explorar lechos filtrantes de banco en V.

Sumario de la invención

45 La presente invención se refiere a una sonda para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V según la reivindicación 1 y a un método para someter a ensayo un filtro de banco en V según la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

50 Las enseñanzas de la presente invención pueden comprenderse fácilmente considerando la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

55 Las figuras 1A-B, 2-3, 4A-B, 5A-B y 6 son diversas vistas de realizaciones diferentes de una sonda adecuada para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V;

la figura 7 es otra realización de una sonda adecuada para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V;

60 las figuras 8-11 son imágenes de una sonda de la presente invención enganchada a un filtro de banco en V para facilitar el ensayo por exploración; y

las figuras 12A-B son otra realización de una sonda adecuada para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V.

65 Para facilitar la comprensión, se han usado números de referencia idénticos, donde es posible, para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos y las características de una

realización pueden incorporarse de manera beneficiosa en otras realizaciones sin mención adicional.

Debe observarse, sin embargo, que los dibujos adjuntos solo ilustran realizaciones a modo de ejemplo de esta invención y por tanto no deben considerarse limitativos de su alcance, puesto que la invención puede admitir otras realizaciones igualmente eficaces dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

Las realizaciones de la invención son adecuadas para someter a ensayo por exploración filtros de banco en V para detectar fugas por perforaciones. Aunque el filtro ilustrado en el presente documento es un filtro de banco en V FILTRA 2000™ disponible de Camfil Farr, Inc., se contempla que el método y el aparato de ensayo puedan utilizarse para someter a ensayo por exploración filtros de banco en V que tienen otras configuraciones. Una sonda de exploración desarrollada para facilitar los ensayos por exploración permite una tasa de exploración razonable (es decir, en el intervalo de aproximadamente 1 - 2 pulgadas por segundo (25,4 – 50,8 milímetros por segundo)) para operaciones de exploración manuales y puede adaptarse además para su uso en aplicaciones de exploración automática o semiautomática.

Diseño de la sonda

La configuración de paquete de medios de lecho en V crea obstáculos en el procedimiento de ensayo de exploración y diseño de la sonda, en comparación con paquetes de medios de estilo caja convencionales, donde la cara del paquete completo está en un único plano. En filtros de estilo caja convencionales, la sonda consiste en general en un tubo con una transición integrada a través de la que se extrae la muestra. La transición es en general cuadrada o rectangular. El diseño de este tipo de sonda de toma de muestras es tal que las velocidades localizadas a través del plano de toma de muestras de la sonda son equivalentes, dando como resultado un flujo de aire uniforme a través del plano de toma de muestras.

En la presente invención, una sonda permite que se exploren paquetes de medios adyacentes simultáneamente. Aunque esto no es necesario, es deseable porque reduce el número de “pasadas” por filtro que tiene que hacer un operario con la sonda al someter a ensayo un filtro. Se contempla que la sonda puede estar configurada para explorar solamente un paquete de medios en una única pasada.

Las figuras 1-8 representan diversas vistas de sondas adecuadas para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V. Las muestras tomadas durante la exploración pueden utilizarse para determinar la ubicación de fugas por perforaciones mayores que un criterio predeterminado o la eficacia del filtro. Haciendo referencia primero a una sonda 100 representada en las figuras 1A-B, la sonda 100 es en general un tubo u otro cuerpo 102 hueco sellado en un primer extremo 104 y que tiene un acceso 106 en un segundo extremo 108. La forma del cuerpo 102 está configurada para permitir que el primer extremo 104 de la sonda 100 se coloque entre bancos adyacentes de un filtro de banco en V. El acceso 106 está en general adaptado para acoplarse a un instrumento de ensayo, tal como un fotómetro, un contador de partículas u otro instrumento adecuado para la detección de fugas o la medición de la eficacia. La longitud de tubo de acero inoxidable está doblada para dar una configuración que se encaja en la V definida por los bancos de filtro, en particular una forma de V o triangular. Una pluralidad de aberturas 110, tales como orificios o ranuras, están formadas, por ejemplo mediante taladrado, a lo largo del lado orientado hacia el exterior de al menos una pata de la sonda 100. El número, tamaño y separación de las aberturas 110 se seleccionan para permitir la toma de muestras a lo largo de la longitud del banco de medios perpendicular a la dirección de exploración. Como tal, la longitud de la sonda que tiene las aberturas 110 formadas a través de la misma es en general igual a la longitud del banco de medios para el que se pretende usar la sonda. Por tanto, las aberturas 110 en cada pata se orientan en sentidos opuestos. En la realización representada en la figura 1, cada pata de la sonda 100 incluye una disposición lineal de aberturas 110. El volumen interior de cada pata está acoplado de manera fluida al acceso 106 de manera que pueden proporcionarse muestras tomadas a través de las aberturas 110 al instrumento de ensayo.

Las aberturas 110 pueden ser de un tamaño único, de diferentes tamaños o de una combinación de tamaños. En una realización, el orificio, o área plana de las aberturas 110 formadas a través de la pared de sonda se reduce entre los orificios que se extienden a lo largo de la longitud de la sonda hacia el primer extremo 104 para tener en cuenta pérdidas de presión debidas a la muestra que está extrayéndose del segundo extremo 108 de la sonda. En una realización, las aberturas 110 incluyen al menos dos grupos de orificios y/o ranuras que tienen tamaños de orificio diferentes. En la realización representada en la figura 1B, las aberturas 110 incluyen un grupo alejado de orificios 110C en el primer extremo 104 de la sonda 100 más alejado del fotómetro que tienen un diámetro mayor (orificio) que el diámetro de un grupo cercano de orificios 110A dispuestos lo más cerca del segundo extremo 108 (y el fotómetro), mientras que un grupo intermedio de orificios 110B dispuestos en la sección media de la sonda 100 tienen un diámetro en algún punto entre el diámetros de las aberturas 110 más cercanas y más alejadas del segundo extremo 108. Por ejemplo, las aberturas 110 pueden incluir un grupo cercano de orificios 110A que tienen un diámetro de aproximadamente 0,018 – 0,062 pulgadas (0,45 – 1,57 mm), un grupo medio de orificios 110B que tienen un diámetro de aproximadamente 0,055 – 0,077 pulgadas (1,40 – 1,96 mm) y un grupo alejado de orificios 110C que tienen un diámetro de aproximadamente 0,062 - 0,093 pulgadas (1,57 - 2,36 mm). Aumentar el diámetro

de orificio a lo largo de la longitud de la sonda 100 da como resultado una muestra más uniforme (y representativa) a lo largo de la longitud de la sonda. Podrían diseñarse sondas similares usando una abertura 110 configurada como ranura que cambia de anchura a lo largo de la longitud de la sonda (es decir, tiene una sección decreciente hacia el primer extremo 104), o usando material perforado a lo largo de la longitud de la sonda que usa orificios mayores y/o separación de orificios diferente a lo largo de la longitud de la sonda, con el fin de conseguir los mismos resultados.

Las figuras 2-3 muestran la sonda 100, que incluye un asidero 150 integrado y guías 112 para ubicar la sonda 100 en la "V" del filtro durante una exploración del filtro. Estas guías 112 permiten que la sonda 100 se mantenga a una distancia predeterminada de cada paquete de medios limitando la distancia a la que el primer extremo 104 de la sonda puede insertarse en el filtro. Las guías 112, tales como barras, cilindros, rodillos, cojinetes, deslizaderas, lengüetas u otros elementos de fijación (tal como se observa en las figuras 2-3 y 8-11), garantizan que la sonda se mantenga razonablemente centrada entre los paquetes de medios, eliminando de esta manera el posible daño a los bancos de medios por contacto inadvertido con la sonda 100 durante la inserción o la exploración, y también garantizando que la distancia entre la sonda y la cara del paquete de medios se mantenga a la distancia (o rango) requerida.

En una realización, la sonda 100 se fabrica con uno o más tubos 180 huecos formados en forma de V para ajustarse entre los paquetes de medios plegados. Los tubos 180 están acoplados cerca del segundo extremo 106 en una T 182, que se extiende hasta el acceso 108. Las aberturas 110 de la sonda pueden diseñarse como una pluralidad de ranuras u orificios 110A-C (tal como se muestra en las figuras 1A-B, y 2-3), orificios 410 escalonados (tal como se muestra en las figuras 4A-B), una o más ranuras 510 de sección decreciente (tal como se muestra en las figuras 5A-B), ranuras u orificios 610 escalonados (tal como se muestra en la figura 6) u otras configuraciones para permitir tomar una muestra de aire en el rango de 1 pulgada (25,4 mm) de la cara del paquete de medios, que es en general una distancia aceptable en la industria entre el paquete de medios y una sonda de toma de muestras. En realizaciones en las que se utiliza una ranura, la abertura 110 puede ser una ranura 510 única, tal como se muestra en las figuras 5A-B, aunque pueden utilizarse una pluralidad de ranuras. La geometría de la sonda 100 puede modificarse en casos en que las normas o las prácticas de la industria requieren que la sonda se ubique más cerca del paquete de medios durante los ensayos de exploración. En realizaciones en las que el cuerpo 102 es un tubo 180, la superficie redondeada (diámetro exterior del tubo 180) a través del cual se forman las aberturas 110, proporciona protección contra daños a los medios filtrantes en el caso de que se produzca un contacto inadvertido entre la sonda y los medios, en comparación en particular con sondas rectangulares convencionales que tienen esquinas cuadradas.

En la realización representada en las figuras 4A-B, una sonda 400 incluye un cuerpo 102 que tiene patas 402, 404 que se encuentran en un primer extremo 104. Las patas 402, 404 se ensanchan hacia el exterior desde el primer extremo 104 hacia un segundo extremo 108. Cada una de las patas 402, 404 incluye un acceso 406A, 406B independiente en el segundo extremo 108 para acoplar cada pata por separado a un instrumento de ensayo. Como las muestras tomadas a través de las aberturas 410 (formadas en las patas 402, 404 tal como se ha descrito anteriormente) se toman por separado, puede determinarse la detección de fugas del banco específico de medios filtrantes próximo a una pata 402, 404 individual.

Las aberturas 410 pueden estar escalonadas en tamaño de modo que las aberturas que tienen diámetros de orificio mayores están más cerca del primer extremo 104. En una realización, las aberturas 410 están configuradas de manera similar que las aberturas 110 descritas con referencia a la figura 1B. En otra realización representada en las figuras 5A-B, una sonda 500 incluye un cuerpo 102 que puede configurarse como cualquiera de la sonda 100 o 400 descritas anteriormente. La sonda 500 incluye una ranura 510 formada en los lados orientados hacia el exterior de las patas del cuerpo 102. En una realización, la ranura 510 puede ser de sección decreciente de manera que el extremo ancho de la ranura 510 está próximo al primer extremo 104 del cuerpo 102.

En otra realización representada en la figura 6, se muestra una parte de una sonda 600. El cuerpo 102 de la sonda 600 puede configurarse como cualquiera de la sonda 100 o 400 descritas anteriormente. La sonda 600 incluye una pluralidad de aberturas 610 escalonadas, mostradas en la figura 6 como ranuras. Las aberturas 610 están formadas en los lados orientados hacia el exterior del cuerpo 102 de manera que una parte de una abertura 610 se solapa con la abertura adyacente. En una realización, las aberturas 610 más cerca del primer extremo (104) del cuerpo 102 pueden tener más área abierta que las aberturas 610 que están próximas al segundo extremo (106).

En otra realización representada en la figura 7, la sonda 700 tiene una forma rectangular. La anchura de la sonda es manera que es más ancha que la anchura de la ranura 702 definida en el extremo ancho de la V donde sale aire entre los paquetes 704 de medios de un filtro de banco en V. La sonda 700 incluye una o más guías 706 para alinear la sonda con la ranura, tales como un cilindro, un rodillo, una barra u otras características de ubicación acopladas al extremo abierto de la sonda 706 tal como se muestra en la figura 7. La sonda 700 se coloca tan cerca como sea posible de la ranura 702 con el fin de eliminar la derivación potencial alrededor de la sonda. Los ensayos de exploración se llevan a cabo moviendo la sonda a lo largo de la ranura. Esto es muy similar a los ensayos de exploración de un filtro HEPA convencional, excepto que la sonda se usa para explorar la ranura en lugar del paquete de medios. Se contempla que los datos de exploración también pueden utilizarse para calcular la eficacia del filtro.

En otra realización representada en las figuras 12A-B, se ilustra una sonda 1200 adecuada para explorar un filtro de banco en V. La sonda 1200 incluye un cuerpo 1202 que tiene al menos un acceso 1204 de muestra. En la realización representada en las figuras 12A-B, se muestran cuatro accesos 04 de muestra.

Cada acceso 1204 de muestra incluye un acceso 1206 de entrada de muestra y un acceso 1208 de salida de muestra. Un elemento 1210 de ajuste se acopla al cuerpo 1202 en el acceso 1208 de salida para facilitar acoplar el acceso 1204 a unos instrumentos de ensayo, tales como un fotómetro u otro dispositivo adecuado.

Al menos una guía 1212 se proporciona en el lado de acceso de entrada de muestra de la sonda 1200. La guía 1212 facilita la alineación de la sonda 1200 con el filtro TAL como se ha descrito anteriormente. En la realización representada en las figuras 12A-B, se proporcionan dos guías 1212 en forma de barras sujetas perpendiculares al eje principal de la sonda 1200 y alineadas con la dirección de exploración.

Validación de la sonda y método para someter a ensayo un filtro de banco en V

Se demostró que la sonda de la presente invención es eficaz para ubicar fugas. Se utilizó un filtro de banco en V FILTRA 2000 durante el ensayo. El filtro se instaló en un equipo de ensayo y se expuso con PAO. Entonces se sometió a ensayo el filtro por exploración manualmente usando la sonda descrita anteriormente. A continuación se detallan los ensayos.

Procedimiento - sonda de estilo inserción

En una realización, se utilizó una sonda, tal como las sondas 100, 400, 500, para someter a ensayo por exploración un dispositivo Filtra 2000™. La sonda se usó para explorar entre los bancos de medios filtrantes dentro de las V desde un lado aguas abajo del filtro de lecho en V.

Se ubicaron intencionadamente dos orificios en un filtro de banco en V FILTRA 2000™ usando un portaminas con una mina de 0,5 mm de diámetro para crear una fuga en una ubicación conocida. Se creó un "orificio A" en el paquete de medios en el lado aguas abajo del filtro, en el lado aguas abajo del paquete de medios, en una ubicación a aproximadamente 1 pulgada (25,4 mm) del elemento de extrusión vertical. Se creó un "orificio B" en el paquete de medios en el lado aguas arriba del filtro, en el lado aguas arriba del paquete de medios, en una ubicación muy cerca del elemento de extrusión vertical. Se crearon orificios en esas ubicaciones porque representan ubicaciones en las que se considera que las fugas son en general difíciles de detectar.

El equipo de ensayo utilizado para llevar a cabo el ensayo de exploración incluye en general un accionamiento de frecuencia variable en el equipo de ensayo que se ajustó hasta que la caída de presión a través de la estación de flujo de aire (AFS) fue de aproximadamente 0,452 pulgadas del medidor de agua (w.g. (0,113 kPa) tal como se mide usando un micromanómetro Alnor. Esta caída de presión a través del filtro es indicativa de aproximadamente 2000 pies cúbicos por minuto (56,6 metros cúbicos por minuto) de flujo a través del filtro.

Se empleó un generador térmico ATI TDA-5B para generar Aerosol PAO que se inyectó en la entrada del soplador. Se usó un fotómetro ATI TDA-2E para obtener una muestra de aguas arriba en la transición inmediatamente aguas arriba del filtro. Se permitió que el soplador, el generador de aerosol y el fotómetro se calentasen durante aproximadamente 20 minutos para permitir que se alcanzara un funcionamiento estacionario.

Se encendió el generador de aerosol, y se ajustó para obtener entre 40-50 microgramos/litro. Se eligió este intervalo porque varias normas y recomendaciones industriales (por ejemplo, IEST y ATI) recomiendan explorar con una exposición de aerosol en el intervalo de 10-100 microgramos/litro. Se midió la concentración de exposición de aguas arriba con el fotómetro. Se sometió a ensayo por exploración el filtro usando la sonda de prototipo conectada al fotómetro y los resultados se registraron tal como se muestra en la tabla 1 a continuación. Se llevó a cabo la exploración insertando manualmente la sonda en el filtro de manera que la(s) abertura(s) esté(n) orientada(s) hacia el paquete de filtro que va a someter a ensayo. A continuación se hace avanzar la sonda a través del paquete para someter a ensayo los medios para determinar fugas por perforación. El umbral de fuga puede establecerse según las normas IEST u otros protocolos de ensayo.

Equipo empleado

- Filtro de ensayo: FILTRA 2000™, disponible de Camfil Farr, Inc.
 - Número de modelo: FA1570A-01-01-09
 - Número de pieza: 855010095
 - Número de serie: A116084-008
 - Eficacia etiquetada: 99,998%
 - Caída de presión etiquetada: 1" w.g.(0,25 kPa)
 - cfm nominales: 2150 (60,9 metros cúbicos por minuto)

ES 2 743 648 T3

- Indicador de presión: micromanómetro ALNOR (micromanómetro digital)
 - Modelo: AXD 550
 - I.D. de instrumento: 66303
 - Calibrado: 26/06/03
 - Próxima calibración: 26/06/04

- Equipo de detección de fugas: fotómetro analógico ATI
 - Modelo: TDA-2E
 - Número de serie: 8462
 - Calibrado: 31/10/03
 - Próxima calibración: 31/10/04

- Generador de aerosol:
 - Generador térmico ATI
 - Modelo: TDA-5B
 - Número de serie: 15769
 - Generador de tobera Laskin ATI
 - Modelo: TDA-4BL
 - Número de serie: 14718

Tabla 1

Parámetro	Resultado
AFS dP	0,452
Velocidad de flujo del sistema	~2000 cfm (56,6 metros cúbicos por minuto)
Tipo de aerosol	PAO térmico
Concentración de aerosol aguas arriba	40 µg/l
Ajuste de escala de fotómetro	0,1%
Velocidad de exploración manual aproximada	~1 pul./s (25,4 mm/s)
“Orificio A”	Fuga detectada**
“Orificio B”	Fuga detectada**
Concentración de fondo*	0,04%

* La “concentración de fondo” estuvo constantemente presente y se atribuyó al fenómeno llamado “exudación”. Esencialmente, es el resultado de usar aerosol generado térmicamente (con un diámetro de partícula cercano a tamaño de partícula más penetrante (MPPS), o 0,12 µm) para exponer y hacer funcionar el filtro a una velocidad de flujo tan alta. Las recomendaciones de la norma IEST se desarrollaron para sistemas que funcionan a aproximadamente una velocidad superficial de 90 pies por minuto (fpm) (27,4 metros por minuto). En este ensayo, la velocidad superficial de los medios es de aproximadamente 160 fpm (48,8 metros por minuto). Además, según la norma IEST-RP-CC034.1, un generador de tobera Laskin (que genera partículas en el intervalo de 0,6 - 0,7 m de diámetro) se recomienda para exponer este tipo de filtro.

** La norma IEST-RP-CC034.1 especifica una penetración máxima de 0,01%. No fue posible basar la presencia de una fuga en esa penetración dado que la “concentración de fondo” era superior al 0,01%. Sin embargo, cuando la sonda pasó por las fugas, el fotómetro registró penetraciones que excedían el 0,1%, indicando obviamente que estaban presentes fugas.

Después de terminar el ensayo de exploración usando una exposición aguas arriba de aproximadamente 40 µg/l, la salida del aerosol generado se ajustó a aproximadamente 10 µg/l, y se exploró el filtro otra vez. Ese ensayo produjo los mismos resultados que el ensayo llevado a cabo con 40 µg/l. Con el fin de cumplir con las recomendaciones de la norma IEST-RP-CC034.1, el ensayo se llevó a cabo usando un generador de tobera Laskin ATI TDA-4BL. Los resultados de ese ensayo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Parámetro	Resultado
AFS dP	0,452
Velocidad de flujo del sistema	~2000 cfm (56,6 metros cúbicos por minuto)
Tipo de aerosol	PAO frío
Concentración de aerosol aguas arriba	12 µg/l
Ajuste de escala de fotómetro	0,01%
Velocidad de exploración manual aproximada	~1 pul./s (25,4 mm/s)
“Orificio A”	Fuga detectada**

ES 2 743 648 T3

“Orificio B”	Fuga detectada**
Concentración de fondo	N/A

La “concentración de fondo” debida a la exudación no fue un problema al someter a ensayo con el generador de tobera de Laskin. El “orificio A” y el “orificio B” se detectaron fácilmente. Por tanto, debido a efectos de “exudación”, hay una concentración de fondo presente durante los ensayos usando PAO generado térmicamente, que excede la penetración máxima permisible tal como se recomienda en la norma IEST-RP-CC0034.1. Esto puede superarse empleando un filtro de mayor eficacia, tal como un filtro ULPA, que está diseñado para ser muy eficaz eliminando partículas de 0,12 µm. La desventaja de esto es el aumento en la caída de presión y el aumento en el coste. Como se ha diseñado, la sonda es eficaz para ubicar pequeñas fugas por perforación en el filtro, con el filtro funcionando con velocidades de flujo de diseño y expuesto con PAO frío generado con un generador de tobera Laskin.

Procedimiento – Sonda de estilo sobre ranura

En otra realización, la sonda tal como las sondas 700, 1200 se utilizó someter a ensayo por exploración un dispositivo Filtra 2000™. La sonda se empleó para explorar la abertura entre las V en el lado aguas abajo del filtro de lecho en V sin penetrar entre las V. La altura de la sonda se diseñó de modo que se extendía más allá del paquete de medios y se solapaba con el canal en cada lado de la V. Para los datos de ensayo proporcionados a continuación, la abertura del acceso 1206 de muestra de entrada es de 5,406 pulgadas de altura x 0,125 pulgadas de anchura (137 mm x 3,18 mm).

El diseño de la sonda se confirmó como eficaz para ubicar fugas usando un dispositivo Filtra 2000™ que se instaló en un equipo de ensayo y se expuso con PAO. El filtro se exploró automáticamente con el conjunto de sonda que se acopló a un conjunto de tornillo de avance que se hizo rotar mediante un servomotor pequeño. Esto permitió un control preciso de la velocidad de rotación del motor y por tanto un control fino y preciso de la velocidad lineal del conjunto de sonda. El ensayo se detalla a continuación.

Se ubicaron intencionadamente dos orificios en un dispositivo Filtra 2000 usando tubos capilares con un diámetro interno (D.I.) de 0,020 pulgadas. El “orificio 1” se creó en el paquete de medios en el lado aguas abajo del filtro, en el lado aguas abajo del paquete de medios, en una ubicación a aproximadamente 6 pulgadas desde el lado del filtro. El “orificio 2” se creó en el paquete de medios en el lado aguas arriba del filtro, en el lado aguas arriba del paquete de medios, en una ubicación a aproximadamente 1 pulgada desde el lado del filtro. Se crearon orificios en esas ubicaciones porque representan ubicaciones en las que las fugas son difíciles de detectar en general.

El accionamiento de frecuencia variable en el equipo de ensayo se ajustó hasta que la velocidad de flujo fue de aproximadamente 2400 cfm. Se empleó un generador de aerosol ATI TDA-4B Lite para generar aerosol PAO que se inyectó a través del anillo de inyección de aerosol en el alojamiento de contención. El sistema de toma de muestras y control de autoexploración se empleó para llevar a cabo ensayos de fugas empleando un contador de partículas láser Lighthouse Solair 3100+ en el intervalo de tamaño de 0,3 micrómetros. Los resultados se proporcionan en la tabla a continuación.

Tabla 3: Resultados del ensayo funcionando a una velocidad de exploración de 0,25 pulgadas/s

Parámetro	Resultado
Velocidad de flujo del sistema	2400 cfm (70 metros por minuto)
Tipo de aerosol	PAO frío
Concentración de aerosol aguas arriba	460.000.000 partículas por pie cúbico (13.025.750 partículas por metro cúbico) (0,3 micrómetros de diámetro)
Velocidad de exploración	0,25 pul./s (0,64 cm/s)
“Orificio A”	Fuga no detectada
“Orificio B”	Fuga no detectada

Tabla 4: Resultados del ensayo funcionando a una velocidad de exploración de 0,125 pulgadas/s.

Parámetro	Resultado
Velocidad de flujo del sistema	2400 cfm (70 metros por minuto)
Tipo de aerosol	PAO frío
Concentración de aerosol aguas arriba	460.000.000 partículas por pie cúbico (13.025.750 partículas por metro cúbico) (0,3 micrómetros de diámetro)
Velocidad de exploración	0,125 pul./s (0,32 cm/s)
“Orificio 1”	Fuga detectada a 6,6 pulgadas con 0,014 pulgadas de penetración
“Orificio 2”	Fuga de umbral detectado con 0,9 pulgadas de 0,008%

	de penetración
--	----------------

5 Como se ha diseñado, con el flujo de aire nominal de 2400 cfm y una concentración de exposición aguas arriba de 460.000.000 partículas por pie cúbico de 0,3 micrómetros de diámetro, el sistema pudo ubicar fugas por perforación a una velocidad de exploración de 0,125 pulgadas/s, pero no de 0,250 pulgadas/s. El uso de una exposición de aerosol mayor aguas arriba puede permitir que las fugas se ubiquen a velocidades de exploración más rápidas, dado que la cantidad de exposición que viene a través de la fuga sería mayor y se detectaría más fácilmente. Asimismo, con flujos de aire menores el sistema puede encontrar fugas a velocidades de exploración mayores dado que las partículas que pasan a través de la perforación no se diluyen aguas abajo del filtro por aire limpio y por tanto se detectan más fácilmente durante la exploración.

10 Las velocidades de exploración de hasta aproximadamente 0,1875 pulgadas/s (0,48 cm/s) han demostrado producir resultados de exploración aceptables. Por tanto, en sistemas que tienen una velocidad de funcionamiento menor de o igual a 2400 pies cúbicos por minuto, una velocidad de exploración de menos de o igual a aproximadamente 0,1875 pulgadas por segundo puede utilizarse para detectar fugas en filtros de banco en V en los que la exposición aguas arriba es de aproximadamente 300.000.000 partículas por pie cúbico (aproximadamente 8.495.050 partículas por metro cúbico) en un flujo de 2400 cfm. Se contempla que la tasa de exploración pueda subir a velocidades de funcionamiento más bajas y/o a exploraciones más altas.

15 Por tanto, se han proporcionado un método y un aparato que permiten ensayos de exploración de filtros de banco en V. Ventajosamente, la invención permitirá el empleo de filtros de banco en V en aplicaciones en las que se requiere el ensayo para fugas por perforación.

20 Aunque se han mostrado y descrito diversas realizaciones que incorporan las enseñanzas de la presente invención en detalle en el presente documento, los expertos en la técnica pueden idear fácilmente muchas otras realizaciones variadas que siguen incorporando estas enseñanzas y que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sonda (100; 400; 500) para someter a ensayo por exploración un filtro de banco en V, caracterizada por un cuerpo (102) hueco que tiene un volumen interior, un primer extremo (104) y un segundo extremo (108), siendo el cuerpo hueco un tubo doblado en una configuración de forma en V o triangular que está adaptado para ajustarse en la V definida por los bancos de filtro, estado configurado el cuerpo hueco para extenderse entre bancos de un filtro de banco en V durante el ensayo; una salida (106; 406A, B) formada en el segundo extremo del cuerpo y adaptada para acoplar de manera fluida el volumen interior a un dispositivo de ensayo; y una primera pluralidad de aberturas (110; 510) formadas a través del cuerpo hueco y acopladas de manera fluida al volumen interior.
2. Sonda según la reivindicación 1, en la que la primera pluralidad de aberturas y una segunda pluralidad de aberturas (110; 510) formadas a través del cuerpo (102) y acopladas de manera fluida al volumen interior están formadas en lados opuestos del cuerpo.
3. Sonda según la reivindicación 1 o 2, en la que el primer extremo del cuerpo tiene una primera pata y una segunda pata, la primera pluralidad de aberturas (110; 510) está formada en la primera pata del cuerpo (102) y la segunda pluralidad de aberturas está formada en la segunda pata del mismo, definiendo las patas un ángulo agudo entre sí.
4. Sonda según la reivindicación 2, en la que dichas primera y segunda pluralidad de aberturas son una pluralidad de aberturas (110) dispuestas linealmente o una ranura (510).
5. Sonda según la reivindicación 4, en la que la pluralidad de aberturas (110A, B, C) dispuestas linealmente tienen tamaños de orificio eficaces diferentes y están dispuestas en orden de tamaño de orificio o la ranura (510) es de sección decreciente, estando orientado el extremo ancho hacia el primer extremo del cuerpo (102).
6. Sonda según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que incluye una guía (112) acoplada al cuerpo (102) y configurada para evitar que el cuerpo (102) se extienda más de una profundidad predeterminada entre los bancos del filtro.
7. Método para someter a ensayo un filtro de banco en V, caracterizado por proporcionar una exposición a un filtro de banco en V que tiene al menos dos bancos (704) adyacentes de medios filtrantes dispuestos en configuración en V; explorar una sonda (700) a través de al menos una ranura (702) definida entre bancos (704) adyacentes de medios filtrantes moviendo la sonda a lo largo de la ranura (702), incluyendo la sonda una o más guías (706) para alinear la sonda con la ranura (702); estando acopladas dichas guías al extremo abierto de la sonda; tomar muestras del aire que pasa a través de los bancos (704) de medios filtrantes y al interior de la sonda (700); y determinar si una muestra es indicativa de una fuga.
8. Método según la reivindicación 7, en el que la sonda (700) se mueve a una velocidad de menos de aproximadamente 0,48 cm/s (0,1875 pulgadas/s), preferiblemente menos de aproximadamente 0,32 cm/s (0,125 pulgadas/s).
9. Método según la reivindicación 7 u 8, en el que el filtro se expone con al menos 8.495.050 partículas/m³ (300.000.000 partículas/pie cúbico).
10. Método según la reivindicación 7, 8 o 9, en el que se proporcionan al menos 56,6 m³/min (2000 cfm) de flujo de aire a través del filtro.

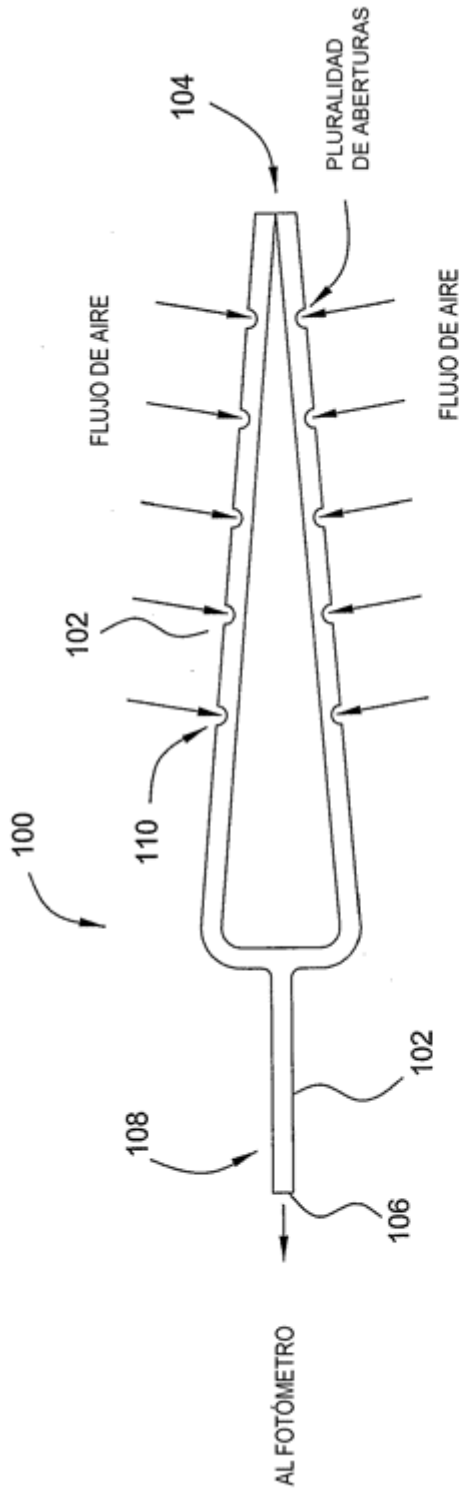


FIG. 1A

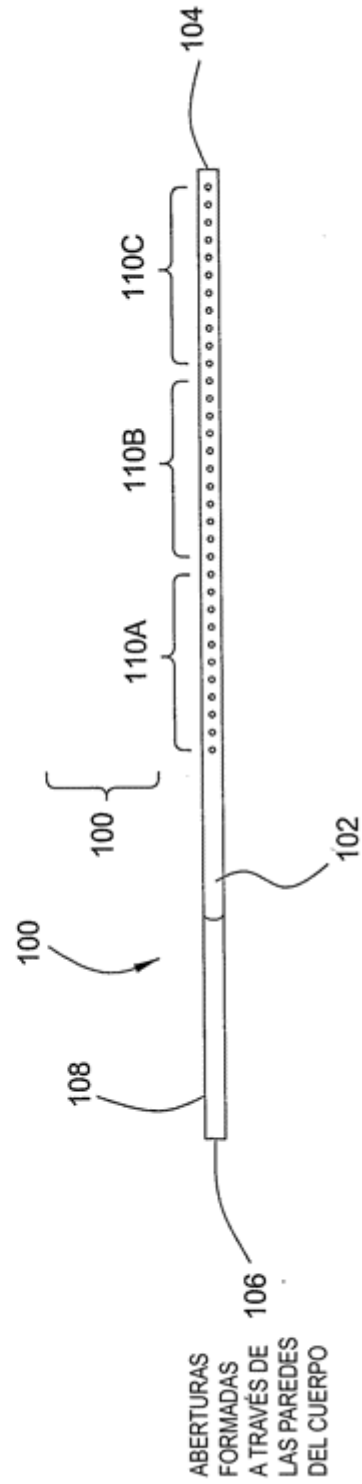


FIG. 1B

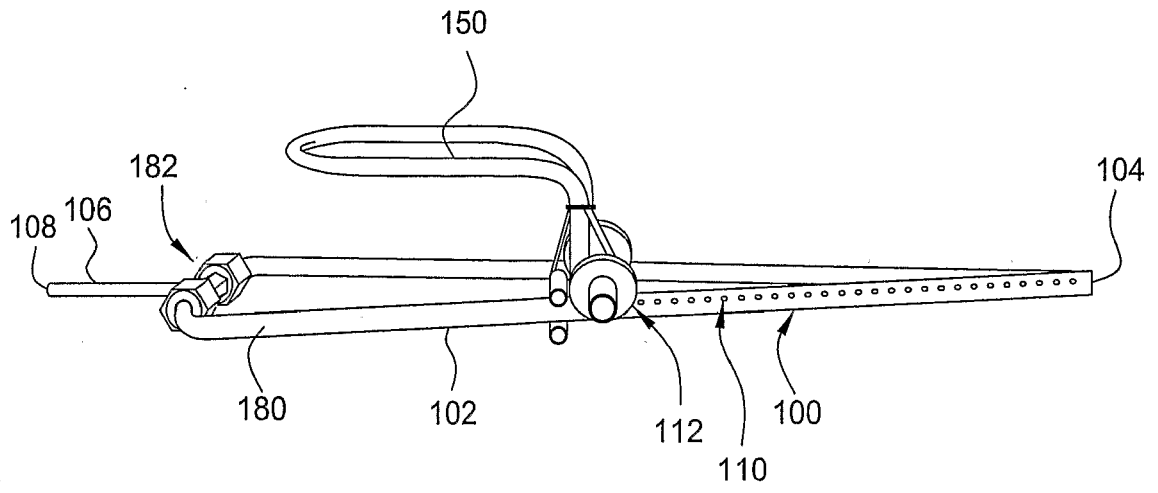


FIG. 2

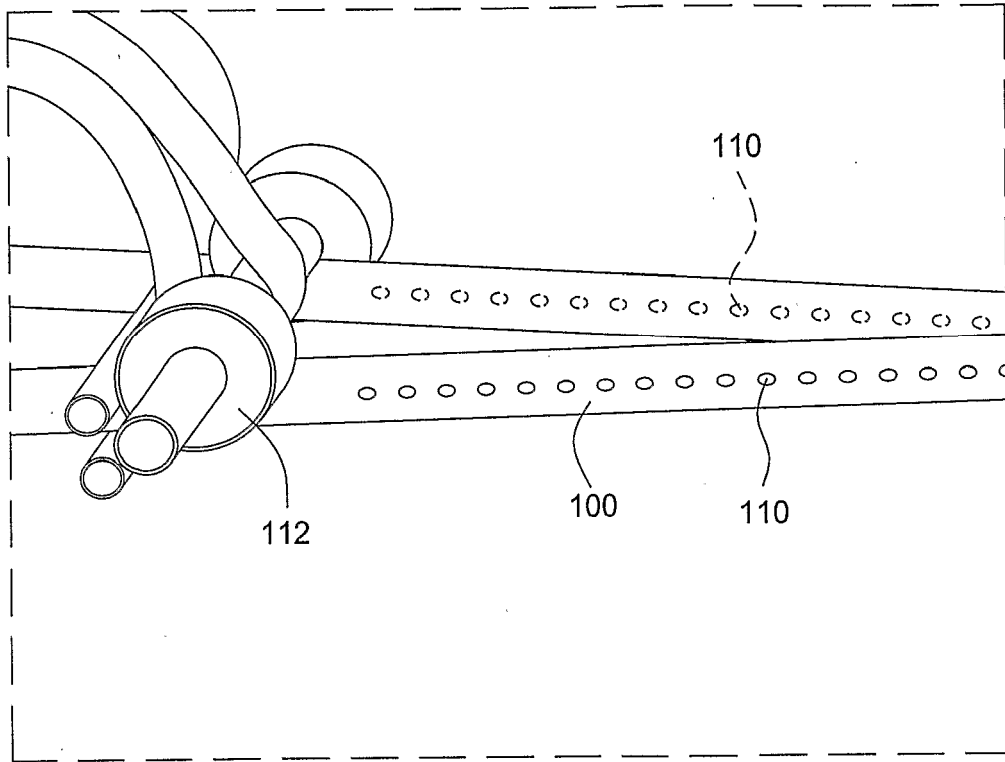


FIG. 3

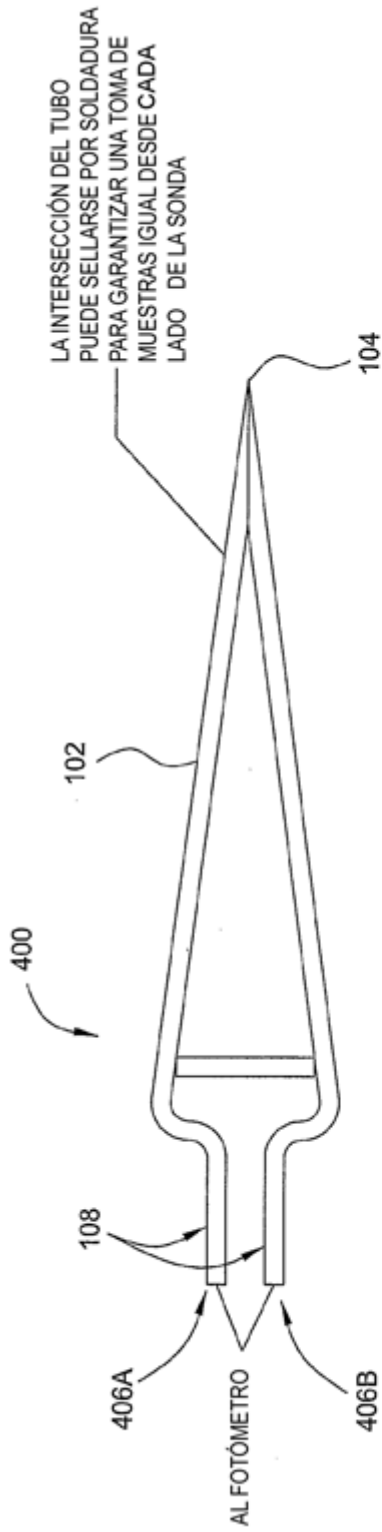


FIG. 4A

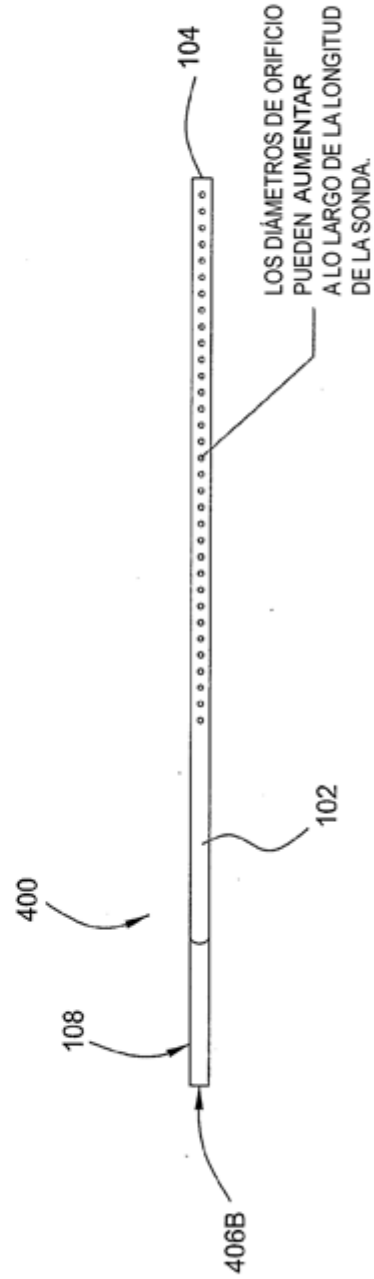
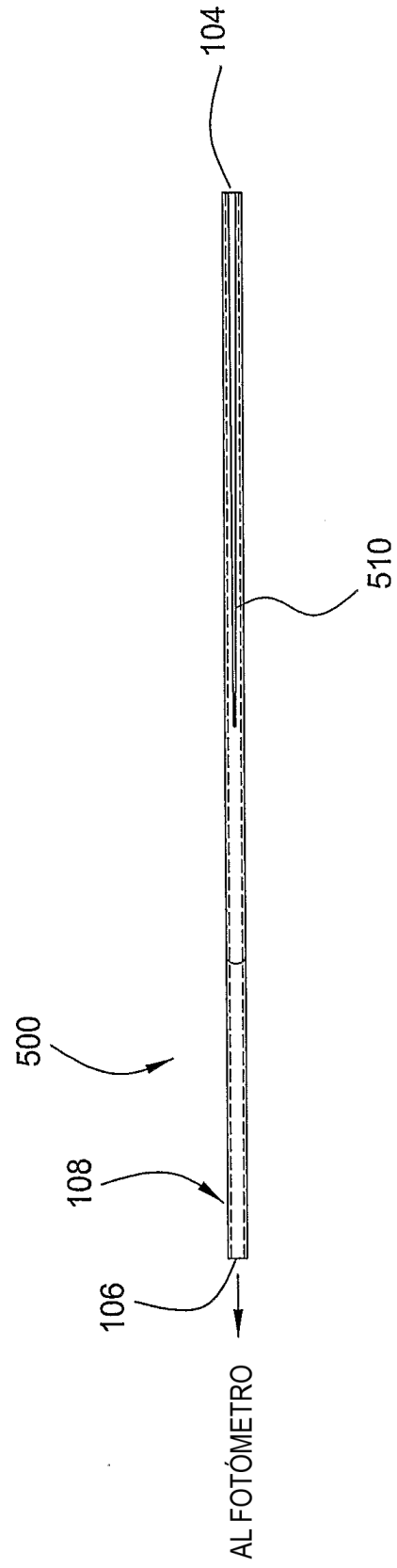
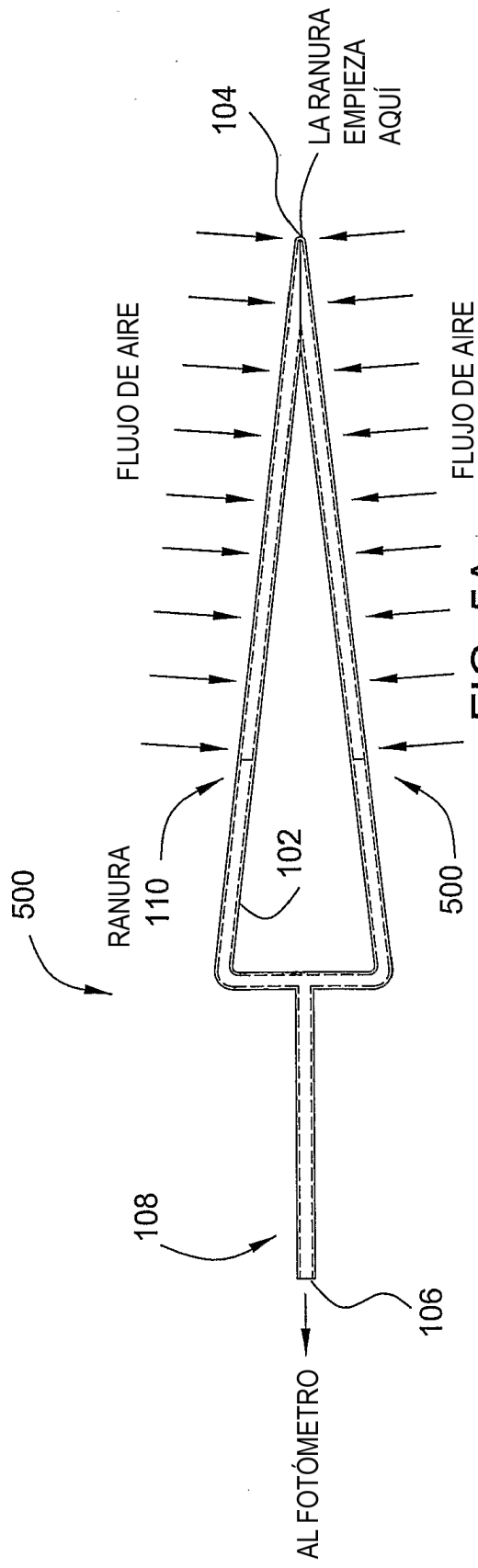


FIG. 4B



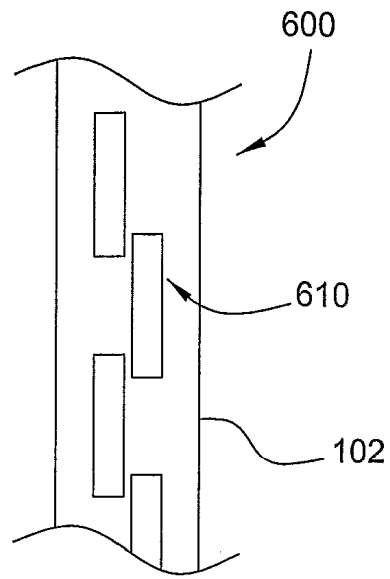


FIG. 6

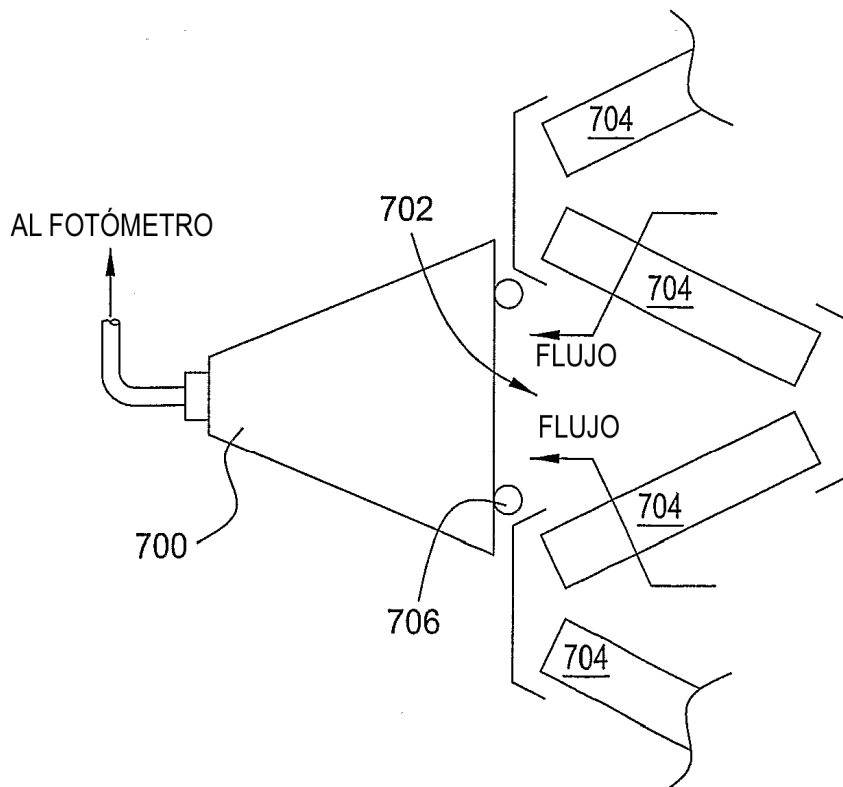


FIG. 7

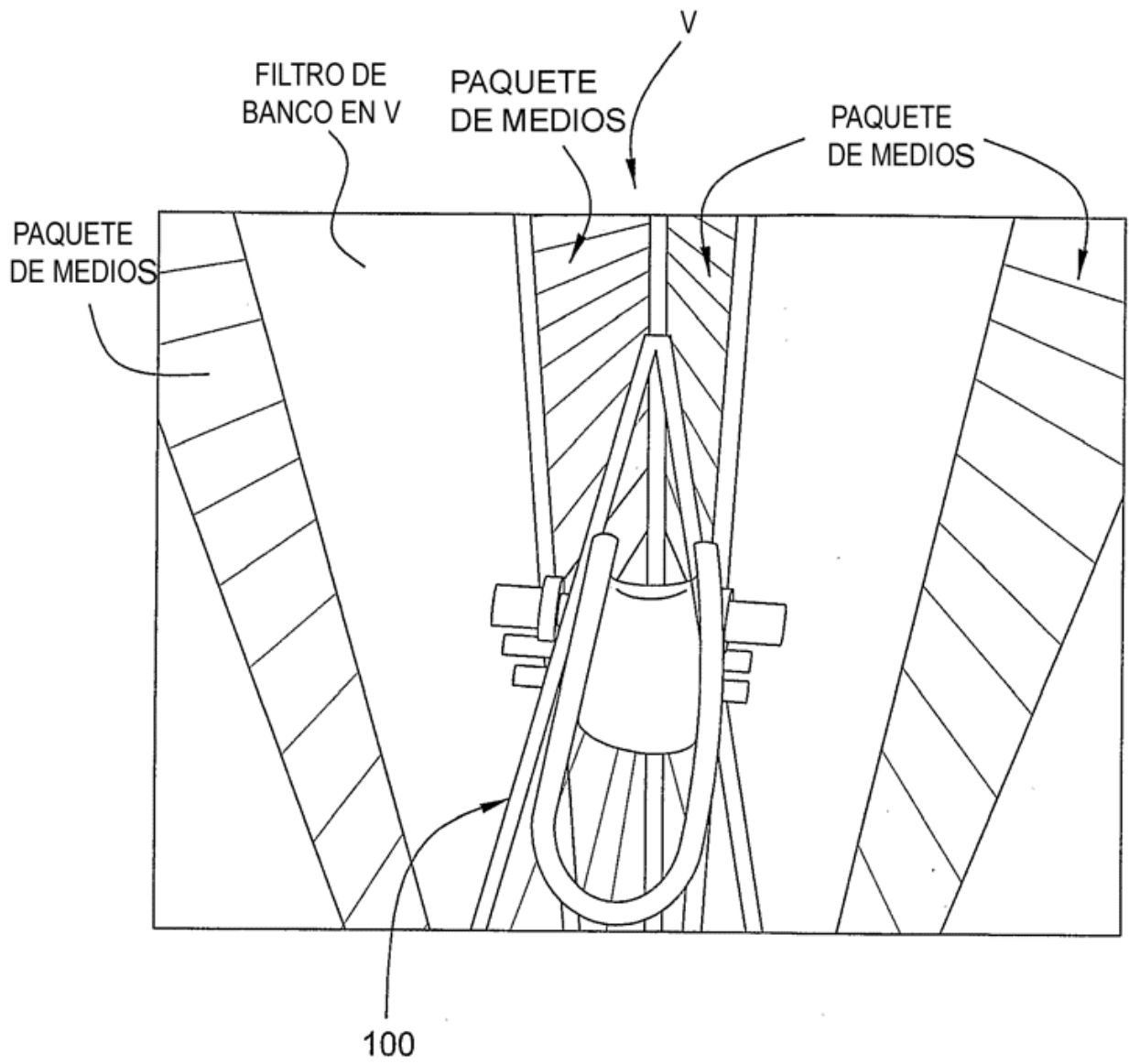
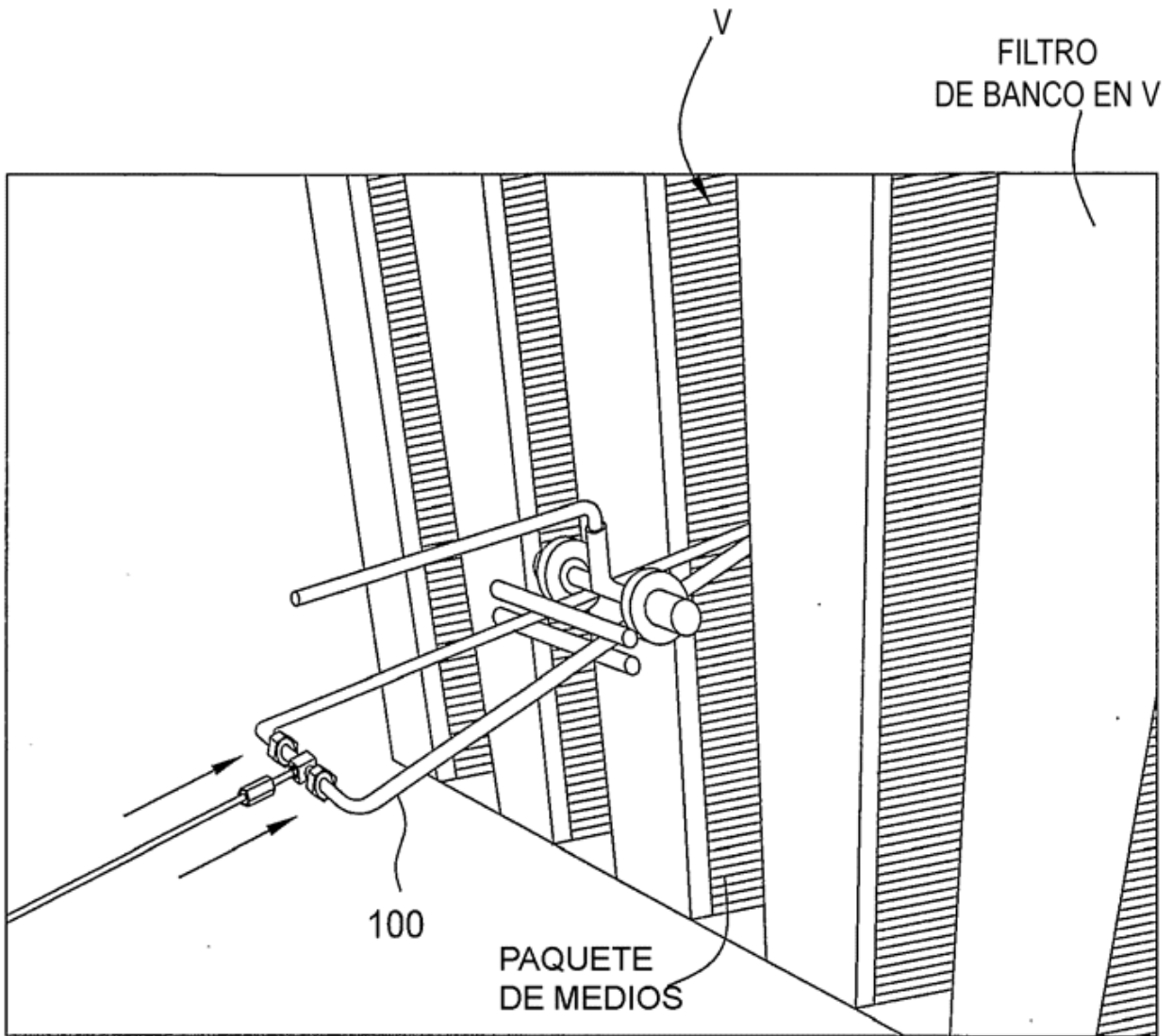
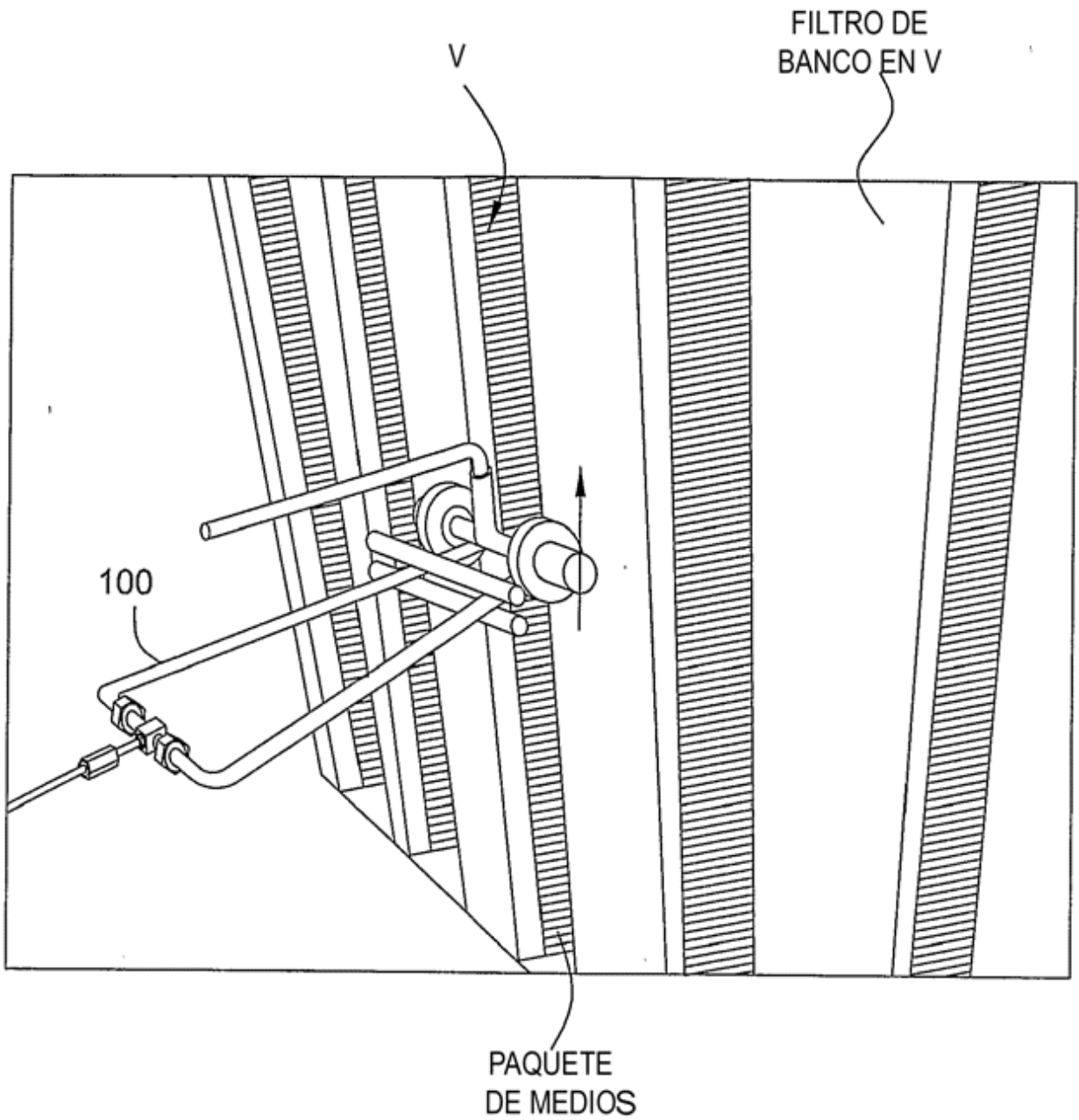


FIG. 8



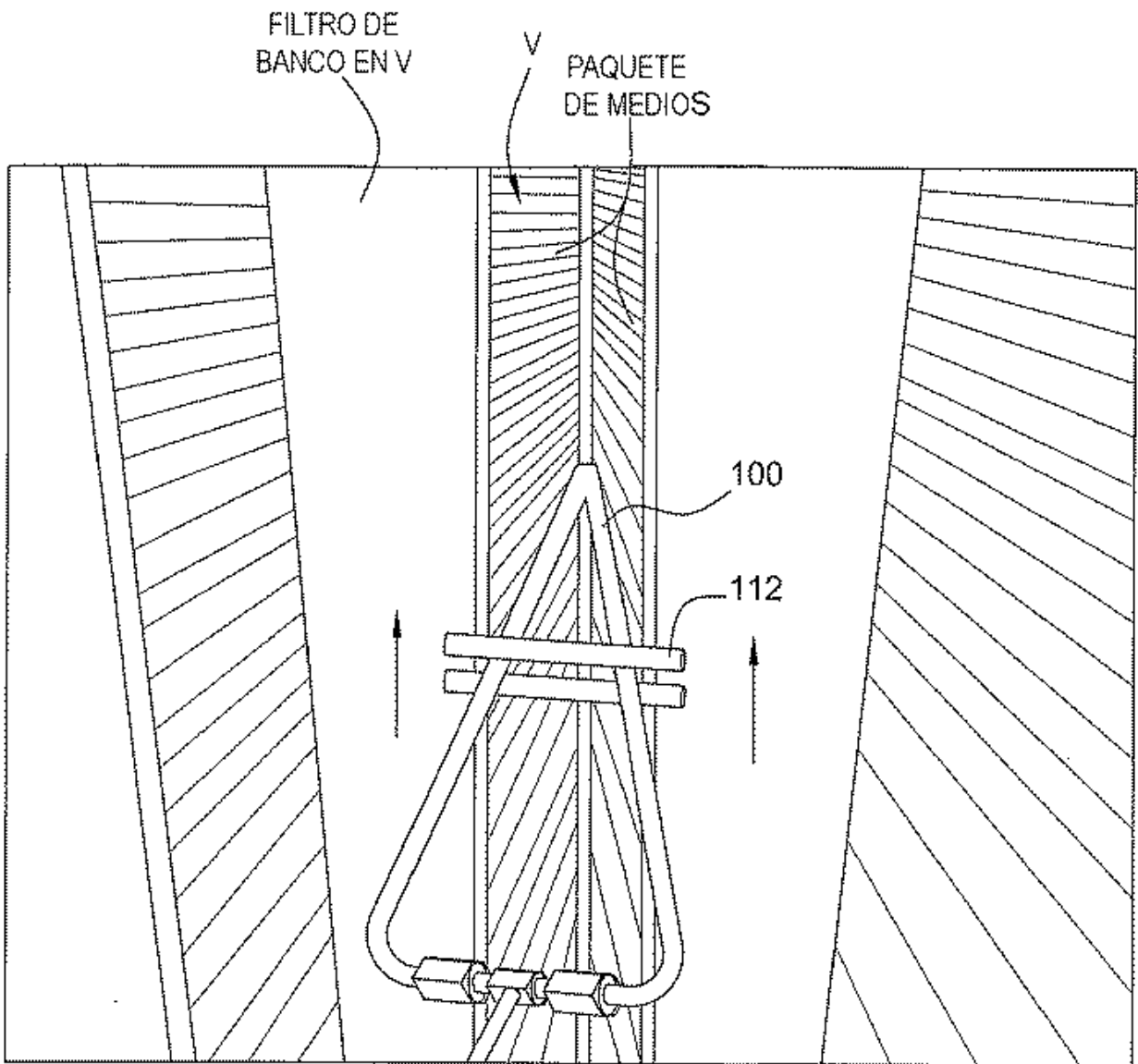
INSERTAR
LA SONDA

FIG. 9



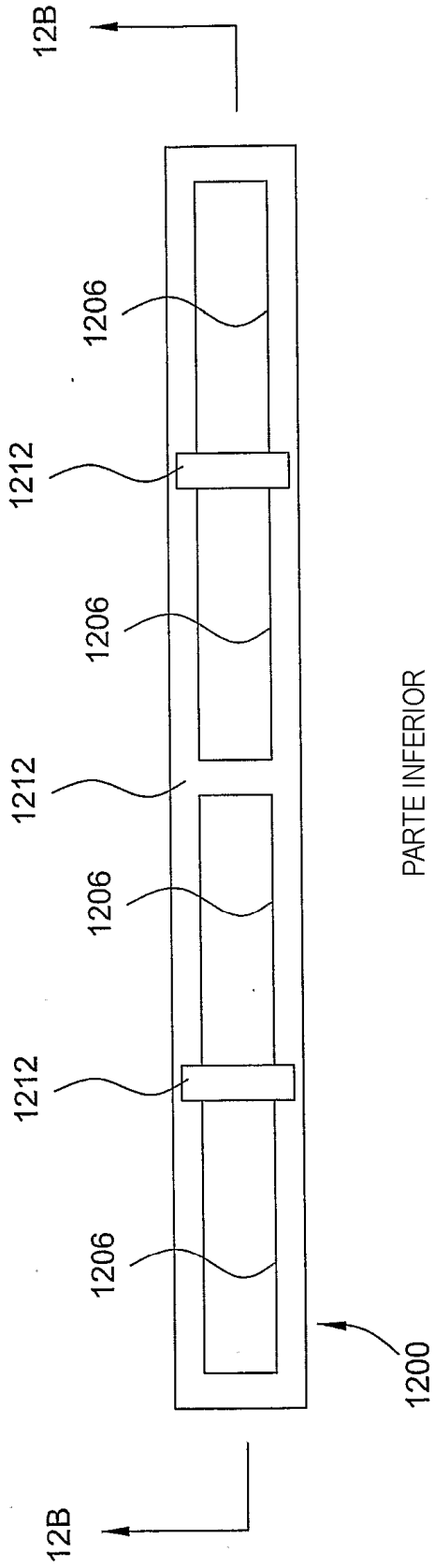
EXPLORAR

FIG. 10



EXPLORAR

FIG. 11



PARTE INFERIOR

FIG. 12A

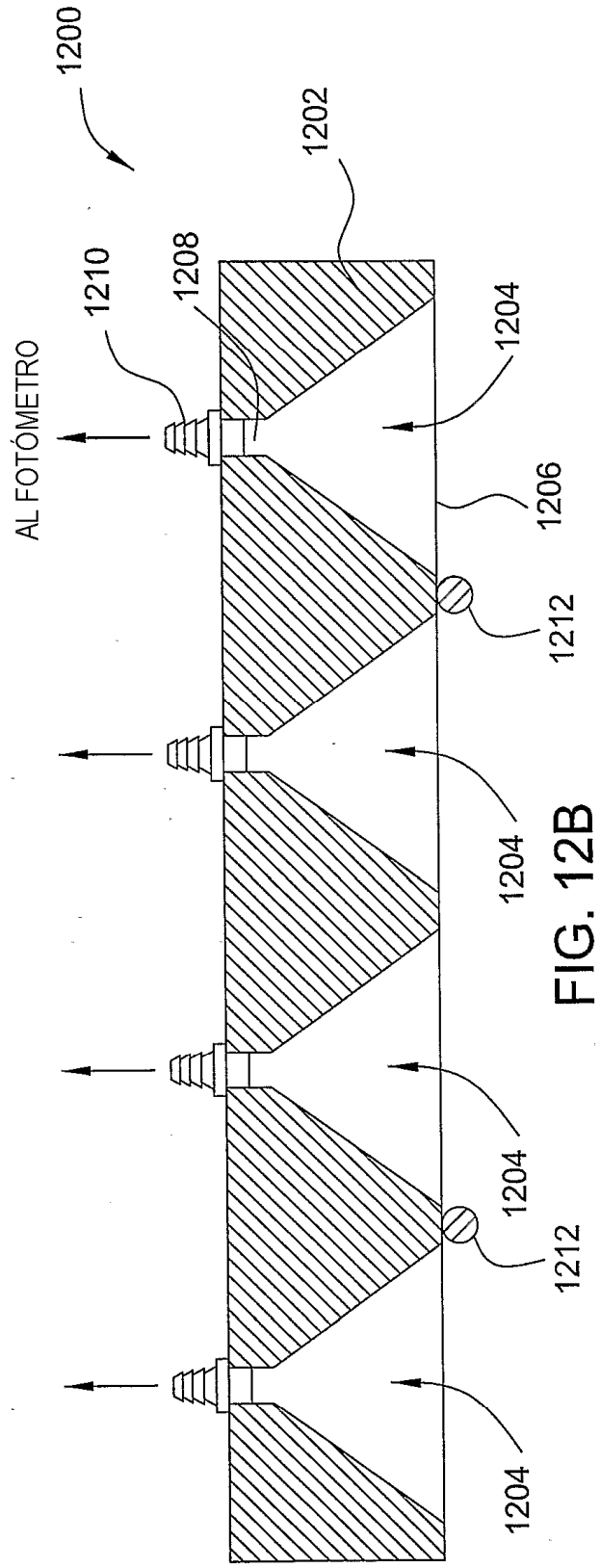


FIG. 12B