



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 887**

51 Int. Cl.:
G01N 1/22 (2006.01)
C12M 1/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05801578 .5**
96 Fecha de presentación : **02.11.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1817564**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.08.2007**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para separar y recoger partículas.**

30 Prioridad: **05.11.2004 GB 0424658**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.04.2011

73 Titular/es: **BAE SYSTEMS plc.**
P.O. Box 5, Fpc 267, Filton
Bristol BS34 7QW, GB

72 Inventor/es: **Parfitt, Alexander Roy;**
Sturland, Ian Michael;
Warsop, Clyde y
Dawson, Paul James

74 Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 356 887 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

La presente invención se refiere a separadores y recolectores de partículas y se refiere particularmente a dispositivos para muestrear y de este modo supervisar la presencia de partículas seleccionadas en fluidos, tanto líquidos como gaseosos, y en particular pero no exclusivamente para supervisar componentes del aire. La invención se refiere más especialmente a dispositivos tales que son capaces de muestrear el aire ambiente para detectar la presencia de agentes químicos y biológicos en el aire.

Se percibe que hay una necesidad actual y urgente de dispositivos para muestreo del aire que sean sencillos de operar, se puedan fabricar en grandes cantidades, puedan detectar e identificar tantos agentes peligrosos en la atmósfera como sea posible, y sean altamente transportables de modo que se puedan desplegar fácil y rápidamente en cualquier lugar y momento en que sean necesarios, y que tengan una respuesta elevada a la presencia de partículas seleccionada tanto al aire libre como en el interior de edificios, en vehículos de transporte de masas tales como aviones, barcos, trenes y autobuses así como estar disponible para uso personal. Es también un requisito que tales dispositivos puedan identificar estos agentes peligrosos en un periodo de tiempo lo suficientemente corto para que se pueda implantar una acción correctora antes de que éstos produzcan un efecto grave, en ambientes tanto militares como civiles.

Las propuestas anteriores se han adelantado en proponer separación de partículas para partículas tan pequeñas como de tamaño submicrométrico (consultar, por ejemplo "Particles separate doing the Tango" Biotechnology julio de 2004, "Continuous Particle Separation Through Deterministic Lateral Displacement" de L.R. Huang y col. Science, 14 de mayo, 2004). Un estudio adicional, entre otros, es el que se encuentra en "Virtual Impactors: A Theoretical Study" de V.A. Marple y C.M. Chien publicado en 1980 en Environmental Science & Technology por la American Chemical Society.

Aunque dichos separadores son conocidos y se han propuesto para separar partículas extremadamente pequeñas, no son adecuados como los separadores de dispositivos de muestreo necesario para la separación e identificación de partículas microbianas o bacteriológicas, o similares, y no se pueden utilizar con facilidad en cifras generales.

La razón fundamental de esto es que los separadores de partículas conocidos son considerables, solo pueden tratar pequeños volúmenes de aire u otros gases en un periodo de tiempo dado y están primordialmente dedicados a la separación, pero no necesariamente a la conservación de la integridad de las partículas separadas, de modo que se pueda identificar posteriormente un patógeno, virus, germen o similar, debido a la colisión de dichas partículas a medida que se separan y recogen. De hecho, en la técnica anterior, la colisión se identifica como un resultado definido de la estructura y funcionamiento del separador. Un ejemplo de propuesta de la técnica anterior de ese tipo es la que se da a conocer en la patente británica nº 1354261 que da a conocer un dispositivo para recoger polvo y partículas de humo de dimensiones micrométricas suspendidas en el aire o en otros gases que comprende un recipiente con una entrada y una salida, y una serie de placas transversales separadas y aperturadas contenidas en el recipiente, en el que las aberturas de la primera placa de la serie, que es la placa más cercana a la entrada que cualquier otra placa contenida en el recipiente, tienen aberturas dimensionadas de tal modo que se incrementa la velocidad del aire o de otro gas que pasa a su través y que son más grandes que las aberturas de la o de cada una del resto de placas contenidas en el recipiente y las aberturas de la o de cada una del resto de placas contenidas en el recipiente son más pequeñas que las aberturas de la o de cada placa que esté entre esa placa y la entrada de manera que la última placa de la serie que está más cerca de la salida que ninguna otra placa contenida en el recipiente tiene aberturas que son más pequeñas que las aberturas de la o de cada placa del recipiente, y las aberturas de cada placa se encuentran escalonadas con respecto a las aberturas de la placa o placas adyacentes. Se puede apreciar fácilmente que un dispositivo de ese tipo no se usa en la recogida y análisis de partículas como patógenos ya que la construcción y disposición del dispositivo es tal que las partículas impactarán directamente sobre las placas y quedarán dañadas al menos de forma que la identificación de dichos patógenos será al menos muy dudosa.

El procedimiento de extraer particular arrastradas por el aire o de otros gases mediante este dispositivo de la técnica anterior comprende extraer una muestra del gas a través de un número de placas separadas y aperturadas en el que las aberturas son de tamaño progresivamente decreciente desde la primer placa hasta la última placa, y las aberturas de cada placa se encuentran escalonadas con respecto a las aberturas de la placa o placas adyacentes de manera que las corrientes de gas cambian de dirección abruptamente en su progresión de una placa a la siguiente, y las partículas suspendidas en el gas abandonan las corrientes de gas cuando la velocidad, junto a la brusquedad del cambio de dirección, sea lo suficientemente grande e impactan sobre la superficie de la siguiente placa evitando los orificios de la siguiente placa.

Desde entonces se han propuesto muchos sistemas colectores que utilizan el principio del impacto. El documento US 6.267.016 B1 (Patrick T Call y col.) describe un colector de impacto que utiliza un impulsor giratorio para recoger partículas de un fluido gaseoso (a partir de un flujo de aire, por ejemplo). Otro que demuestra claramente el procedimiento es el documento US 6.463.814. Se trata de un impactor de ranura, y la patente da a conocer una entrada rectangular, que se utiliza para dirigir el aire a una platina de microscopio. Un dispositivo de

muestreo con impactor de ranura es para recoger contaminantes arrastrados por el aire para su análisis posterior, incluye una base con una platina de microscopio colocada sobre la anterior. La platina de microscopio tiene un medio adhesivo ubicado sobre la anterior para ayudar a adherir las partículas arrastradas por el aire sobre la platina de microscopio. La base tiene una cabeza superior asegurada a la misma. La cabeza superior tiene una abertura de entrada formada a través de ella. La abertura de entrada tiene una sección venturi externa y una sección laminar interna que dirige el flujo de aire a través de la entrada de aire en contacto con el medio adhesivo de manera que las partículas arrastradas por el aire formen una traza de impacto sobre la misma. A continuación el aire fluye alrededor de la platina de microscopio hasta un paso de salida y hasta una fuente de vacío.

La colisión se puede producir en la corriente de partículas o en las paredes de los separadores conocidos, o en ambos. Si esto sucede al separar bacterias y similares, la posibilidad de identificar dichas bacterias quedaría afectada gravemente tanto debido a daños en la bacteria como por alteración potencial de su propia estructura, o debido a la contaminación cruzada. En consecuencia, los separadores de partículas conocidos no son adecuados para uso en la separación y recogida de partículas que se puedan dañar debido al impacto.

Por lo tanto, los inventores han desarrollado un separador de partículas y un colector de partículas en el que se minimiza el riesgo potencial de dicho daño. Esto se ha conseguido por análisis de una gama de bacterias, virus, etc. por su tamaño másico, y una comprensión de la optimización del flujo de aire que permitirá la separación de partículas de ese tipo sin ninguna colisión significativa entre las mismas.

Hablando en general, en el aire ambiental, existen partículas en el intervalo inferior a 50 micrómetros. En la atmósfera, las partículas más grandes tienden a sedimentar y a no permanecer en la atmósfera. Por debajo del nivel de los 50 micrómetros, las partículas atmosféricas se pueden clasificar habitualmente en tres intervalos de tamaño, concretamente de 20-50 micrómetros, 2-20 micrómetros y por debajo de 2 micrómetros. Los microorganismos como bacterias, gérmenes, virus y similares se consideran normalmente en el extremo inferior del intervalo global, aunque algunos materiales perjudiciales y venenosos pueden tener menos de 40 micrómetros, y en particular en el intervalo de 2-20 micrómetros, Por esta razón, también puede ser ventajoso considerar que el intervalo central comprende más de un 'subintervalo'. En un separador de un detector 'universal' de agentes químicos y/o biológicos, lo más importante que se detecten tantos patógenos y/o sustancias tóxicas como sea posible, que es lo mismo que decir sin daño a las mismas lo que perjudicaría la posibilidad de identificarlas.

En la solicitud de patente británica con nº 0420292.5, pendiente de tramitación junto con la presente cuya prioridad se reivindica mediante la solicitud internacional publicada como WO2006/027591 el 16 de marzo de 2006, se da a conocer un separador para separar partículas con un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio fluido ambiental en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador

un cuerpo con una entrada provista de una pluralidad de puertos de entrada por los que el medio fluido ambiental se admite al interior del separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara respectiva que tiene una pluralidad de puertos de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuáles se pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida, alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador.

En dicha solicitud, también se da a conocer un separador para separar partículas con un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio gaseoso ambiental en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador

un cuerpo con un eje y una entrada axial provista de una pluralidad de puertos de entrada por los que el medio gaseoso ambiental se puede introducir en el separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara respectiva que tiene una pluralidad de puertos de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuáles se pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida, alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador.

La presente invención proporciona un colector de partículas según la reivindicación 1, para recoger partículas de una masa/tamaño de partícula discreta separada de un flujo de un medio fluido ambiental, estando el colector particularmente aunque no exclusivamente adaptado para utilizar con un separador del tipo dado a conocer en la solicitud de patente británica nº 0420292.5 de los inventores, anteriormente mencionada. El colector comprende una cámara que tiene instalado en la misma un sustrato que puede girar alrededor de un eje y al que se pueden dirigir las partículas separadas, teniendo el sustrato sobre el mismo una pluralidad de canales perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras en las que se pueden recoger las partículas mientras el sustrato está en rotación,

comprendiendo adicionalmente el colector elementos para depositar un líquido sobre el sustrato para formar una película de dicho líquido en al menos una región del sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del colector, siendo tales la construcción y la disposición del colector que, a medida que las partículas inciden sobre el líquido, se depositan en dicho líquido, y dicho líquido obliga a dichas partículas a fluir al interior de la pluralidad de canales para la deposición de las partículas en la pluralidad de cámaras.

Preferiblemente el sustrato comprende una oblea giratoria, que puede ser fácilmente desechable. En el sustrato se forma una abertura central para permitir la salida del medio fluido ambiental del que se han separado dichas partículas; la región del sustrato forma una corona circular alrededor de dicha abertura formada en el sustrato.

Preferiblemente los canales y cámaras se forman radialmente hacia fuera de la región, y se pueden disponer radialmente respecto al eje de rotación del sustrato. Los canales y las cámaras pueden estar provistos de una capa de material que está unido al sustrato.

Preferiblemente el elemento para depositar un líquido sobre el sustrato comprende una pluralidad de boquillas pulverizadoras dispuestas por encima del sustrato. Idealmente, el líquido depositado sobre el sustrato es agua purificada o una disolución salina. Se puede proporcionar un depósito para almacenar una cantidad de líquido para depositar sobre el sustrato; preferiblemente se proporcionan posteriormente elementos para recircular dicha cantidad de líquido.

Se puede utilizar un ventilador para obligar al flujo de medio fluido ambiental para activar dichas partículas y arrastrar dicho medio fluido ambiental al colector. De forma alternativa, se pueden utilizar microbombas.

Se pueden proporcionar elementos sensores adyacentes a cada cámara para detectar la presencia de una partícula de cualquier especie seleccionada. También se pueden proporcionar elementos para registrar parámetros asociados con cualquier partícula seleccionada que sea detectada por cualquier elemento sensor.

En una realización de un colector según la presente invención, la cámara tiene un techo y el elemento para depositar líquido sobre el sustrato está montado en o bajo el techo por encima de dicha región del sustrato, el techo además proporciona abertura para permitir la entrada de dichas partículas a la cámara.

En una realización adicional de la presente invención, un colector de partículas puede comprender una segunda cámara que tiene instalado en la misma un segundo sustrato que puede girar alrededor de dicho eje, estando la segunda cámara situada bajo dicha primera cámara con un acceso entre la primera y la segunda cámara previsto de manera que cualesquiera partículas no recogidas en la primera cámara pueda pasar a la segunda cámara para recogida sobre el segundo sustrato, teniendo el segundo sustrato sobre sí mismo una pluralidad de canales perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras en las que se pueden recoger las partículas mientras que el primer y el segundo sustrato están en rotación, estando provista la segunda cámara de segundos elementos para depositar un líquido sobre el segundo sustrato para formar una película de dicho líquido en al menos una región del segundo sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del colector.

La presente invención proporciona también un separador/colector de partículas según la reivindicación 21, para separar partículas de un intervalo de masa/tamaño de partícula discreta separada de un flujo de un medio fluido ambiental, tal como aire ambiental, y para recoger las partículas separadas, comprendiendo el separador/colector una pluralidad de cámaras superpuestas teniendo cada una montada en la misma un sustrato que puede girar alrededor de un eje y sobre el que se pueden dirigir partículas desde el flujo de medio fluido ambiental, teniendo cada sustrato sobre sí mismo una pluralidad de canales perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras en las que se pueden recoger las partículas mientras el sustrato está en rotación, comprendiendo adicionalmente el colector elementos para depositar un líquido sobre cada sustrato para formar una película de dicho líquido en al menos una región del sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del separador/colector, siendo tales la construcción y la disposición del separador/colector que, a medida que las partículas de interés inciden sobre el líquido, se depositan en el líquido, y dicho líquido obliga a dichas partículas a fluir al interior de la pluralidad de canales para la deposición de las partículas en la pluralidad de cámaras bajo la fuerza centrífuga originada en la rotación del sustrato, y elementos para obligar al medio fluido ambiental a fluir por la pluralidad de cámaras hasta la salida.

La presente invención proporciona además, en otro aspecto, un dispositivos para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 22, que comprende un separador para separar partículas con un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio fluido ambiental en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador un cuerpo con una entrada provista de una pluralidad de puertos de entrada por los que el medio fluido ambiental se admite al interior del separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara respectiva que tiene una pluralidad de puertos de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuáles se

5 pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida, alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador; un colector de partículas del tipo dado a conocer y reivindicado en la solicitud de patente británica 0420292.5 de los inventores, anteriormente mencionada; y elementos para impulsar el aire a través del separador hasta el colector para su recogida en ese punto.

10 La presente invención proporciona además, en otro aspecto de la presente invención, un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 23, que comprende un separador para separar partículas con un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio gaseoso ambiental en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador un cuerpo con un eje y una entrada axial provista de una pluralidad de puertos de entrada por los que el medio gaseoso ambiental se puede introducir en el separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara respectiva que tiene una pluralidad de puertos de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuales se pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida, alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador; un colector de partículas del tipo dado a conocer y reivindicado en la solicitud de patente británica 0420292.5 de los inventores, anteriormente mencionada; y elementos para impulsar el aire a través del separador hasta el colector para su recogida en ese punto. Un dispositivo de muestreo preferido, incluyendo un separador y colector de ese tipo, se ha diseñado para que sea portátil y se adecue a un caudal de aire que atraviesa el dispositivo de muestreo de aproximadamente 200 litros/min., considerándose esto como adecuado para muestrear aire ambiental tanto en un entorno de combate como en un entorno civil.

25 Para conseguir este flujo de aire, el dispositivo de muestreo, que tiene idealmente una forma cilíndrica pero no está limitado a la misma, tiene un diámetro de aproximadamente 100 mm, y por tanto se puede sostener fácilmente con la mano. Se entenderá fácilmente que un separador de un dispositivo según la presente invención se puede construir de manera que tenga cualquier forma y tamaño convenientes y que no es necesario que tenga forma cilíndrica.

30 En un separador de la realización preferida para el dispositivo separador y colector descrito posteriormente en la presente memoria descriptiva con referencia a los dibujos adjuntos, los puertos de la pluralidad de puertos de entrada del separador son por lo general de tamaño y forma sustancialmente similares y están dispuestos concéntricamente alrededor del eje. Se apreciará fácilmente que, aunque en la realización mostrada, los puertos de entrada estén dispuestos y dimensionados de esa forma, esto es principalmente una consideración de diseño y por tanto los puertos se pueden disponer de otra manera, y sus respectivos tamaños, dimensiones (es decir, secciones transversales, longitudes etc.) y posiciones relativas entre sí pueden variar según los requisitos respecto al tamaño y/o masa de las partículas a recoger.

40 Preferiblemente, cada cámara tiene un eje paralelo al eje del recipiente y los puertos de salida que rodean la periferia de cada cámara están dispuestos en matrices concéntricas respecto al eje de la cámara respectiva; las matrices concéntricas de los puertos de salida están preferiblemente dispuestas en una galería anular por encima del área del suelo de la cámara respectiva.

Cada uno de los puertos de salida puede estar provisto de un paso que lleva a un espacio anular formado por debajo de la galería, estando el espacio anular aislado de la cámara. Uno o más conductos salen del espacio anular y está/n dispuestos para alinearse y conectar con un colector de partículas cuando el separador está conectado al mismo.

45 Un segundo espacio anular, en una realización preferida del dispositivo según la invención, está previsto bajo dicho espacio anular, y dicho segundo espacio anular está conectado a continuación a dicho espacio anular por el que las partículas pueden pasar desde dicho espacio anular hasta dicho segundo espacio anular, teniendo dicho segundo espacio anular salidas desde el anterior mediante las que dichas partículas se pueden dirigir a dicho colector de partículas cuando el separador está conectado al mismo.

50 Las partículas de dicho segundo intervalo preferiblemente incluirán partículas de intervalos de masa/tamaño terceros y cuartos en la que las partículas del tercer intervalo son de mayor masa/tamaño que las del cuarto intervalo, siendo capaz el separador de extraer partículas del cuarto intervalo en dicho espacio anular y las partículas del tercer intervalo procedentes del segundo espacio anular.

55 En una realización adicional de un separador para un dispositivo según la invención, se pueden proporcionar una pluralidad de espacios anulares bajo dicho segundo espacio anular, estando cada espacio anular de dicha pluralidad de los mismos conectado a continuación a un espacio anular inmediatamente superior por el que las partículas pueden pasar desde dicho espacio anular inmediatamente superior al anterior, y teniendo cada espacio anular salidas desde el anterior mediante las que dichas partículas se pueden dirigir a dicho colector de

partículas cuando el separador está conectado al mismo. Cada uno de los puertos de entrada tiene un suelo y el más inferior de dicha pluralidad de espacios anulares se conectará a continuación con una abertura que conduce a una salida por debajo de dicho suelo.

5 Las partículas del cuarto intervalo se pueden separar de las partículas del tercer intervalo al separar dicho espacio anular en un primer espacio anular y un segundo espacio anular con una partición entre los anteriores de forma que dicho segundo espacio anular quede separado de los puertos de salida mediante el primer espacio anular, teniendo el primer espacio anular una salida que es transversal respecto al eje de la cámara respectiva y por la que se pueden extraer las partículas del cuarto intervalo para su recogida, mientras que las partículas del tercer intervalo se dirigen por salidas adicionales para recogida independiente.

10 Un dispositivo de ese tipo es idealmente portátil y puede instalarse en la pared. También incluye elementos para impulsar aire por el separador. Dicho elemento es preferiblemente un ventilador alimentado por batería aunque de usarse en una instalación fija (por ejemplo, una en la que se vaya a usar para vigilar el contenido del aire a largo plazo), se puede conectar a una fuente de tensión tal como la fuente principal de electricidad. También se puede adaptar un dispositivo de muestreo según la presente invención para uso por un usuario individual tal como personal militar, personal médico o personal de seguridad y con ese fin pueden ir equipados con un clip o similar mediante el que pueden sujetarse a un cinturón.

15 La presente invención proporciona también un procedimiento para separar y recoger partículas según la reivindicación 35.

20 Un procedimiento de fabricación de un dispositivo según la invención podría comprender fabricar el separador y el colector a partir de una pluralidad de discos que se han laminado entre sí. De forma alternativa, un separador/colector para un dispositivo según la presente invención se podría fabricar a partir de un material plástico adecuado mediante, por ejemplo, taladrado láser.

Las características adicionales de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones de la invención que se que ilustran por medio de ejemplo en los dibujos adjuntos, en los que:

25 la fig. 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo para muestreo de aire que incluye un separador de partículas para un dispositivo según la invención;

la fig. 2 es una vista en perspectiva más detallada del separador mostrado en la fig. 1;

la fig. 3 es una vista en perspectiva parcialmente esquematizada en corte de la sección superior del separador;

la fig. 4 es una vista en planta de una sección superior del separador mostrado en la fig. 2;

30 la fig. 5 es una vista en perspectiva más detallada de la sección superior del separador;

la fig. 6 es una vista en sección parcialmente cortada del separador;

la fig. 7 es una vista de cerca en sección parcialmente cortada del separador;

la fig. 8 es un diagrama esquemático que muestra el flujo de aire por el separador,

35 la fig. 9 es una vista en sección transversal esquemática de un colector de partículas según la presente invención para un dispositivo según la invención,

la fig. 10 es una vista en sección transversal esquemática de un dispositivo de muestreo según la presente invención que incorpora un colector de partículas según la invención,

la fig. 11 es una vista en sección transversal esquemática de un dispositivo de muestreo según la presente invención que incorpora un separador/colector de partículas novedoso según la invención, y

40 la fig. 12 es una vista en perspectiva de un disco de un colector de partículas según la presente invención;

En referencia en primer lugar a la fig. 1, se muestra en la misma un dispositivo para muestreo de aire 10 portátil, que incorpora un separador de partículas 12, según la presente invención. El dispositivo 10 es sustancialmente cilíndrico (si bien, como se ha mencionado anteriormente, esto no es esencial) y comprende el separador 12 que proporciona una sección superior del dispositivo 10, una sección segunda 14 o central provista de elementos para operar el dispositivo y para recoger y analizar las partículas recogidas de la atmósfera circundante, y una tercera sección 16 o base en la que se ha montado un ventilador para impulsar el aire a través del dispositivo 10 cuando está en funcionamiento, si bien de forma sustancialmente cilíndrica, el dispositivo ilustrado tiene un plano 19 y la sección central 14 tiene un clip 18 asegurado al plano mediante el cual el dispositivo se puede unir al cinturón o vestimenta del usuario o mediante el cual se puede instalar en una pared o con otra fijación adecuada.

50 El separador 12 tiene como uso previsto, como se ha descrito anteriormente. La separación de partículas

5 procedentes de la atmósfera en los tres intervalos de tamaño citados, que, para los tipos y tamaños de partículas en consideración, se equipara estrechamente a los respectivos intervalos de masa de dichas partículas. Se entenderá claramente que, si bien la realización ilustrada se va a describir a partir de ahora en la presente memoria descriptiva con respecto al tamaño de partícula, la invención es igualmente útil para separar partículas por referencia a su masa o por referencia tanto a la masa como al tamaño.

10 El separador 12 de la realización mostrada está en la forma de un cuerpo 13 que tiene una pluralidad de puertos de entrada 20. En la realización mostrada, hay treinta y siete. El dispositivo, y por tanto el separador tiene un eje general 22, como se muestra en la fig. 1, y los puertos están dispuestos alrededor de un puerto central 20A (fig.2) en tres disposiciones concéntricas 20B, 20C y 20D, con seis puertos en el círculo más interno 20B, doce puertos en el círculo intermedio 20C, y dieciocho puertos en el círculo más externo 20D. En la fig. 2, estas disposiciones concéntricas de los puertos están indicadas por líneas punteadas. (En realizaciones alternativas de la invención, no es necesario que los puertos estén dispuestos de esa forma. Si bien es importante que la disposición de los puertos optimice la capacidad de la pluralidad de puertos para captar al flujo de aire deseado). Cada puerto tiene sustancialmente forma cilíndrica, pero ahusándose muy ligeramente con la profundidad del puerto y está formado como un rebaje en el cuerpo 13 del separador, que tiene su eje del cilindro (no mostrado) paralelo al eje 22. En referencia también a la fig. 8, que es una representación diagramática de la construcción y disposición del separador y se aproxima a la fig. 4, se verá que cada puerto 20 tiene una profundidad L_A y un diámetro D_{A1} en su extremidad inferior y conduce a la cámara 23 que tiene un diámetro D más grande que el puerto 20 y tiene un techo anular abierto 23A (fig. 3) que tiene la forma de una esfera truncada descendiendo hasta una pared sustancialmente cilíndrica 25. La cámara 23 tiene un suelo 24 y encima del suelo se ha formado una galería 26 provista de una estructura en forma de placa anular 28 en la que se han formado cinco círculos concéntricos de puertos de salida 29. En la realización mostrada, hay aproximadamente unos seiscientos cincuenta y siete de dichos puertos de salida en cada estructura 28. Así, los treinta y siete puertos de entrada proporcionan un total de aproximadamente 24.309 puertos de salida 29, teniendo cada uno un diámetro D_{B1} y una profundidad L_B (ver la fig. 8). Se apreciará que el número exacto de estos puertos y su tamaño y profundidad dependerán del tamaño o masa de la(s) partícula(s) a separar y estas y posteriores etapas del separador y de la velocidad de las partículas arrastradas al interior del separador.

30 En un dispositivo portátil como el mostrado en la fig. 1, diseñado para separar partículas de un tamaño que no supere aproximadamente 20 micrómetros procedentes de aire ambiental, y para separar posteriormente dichas partículas en subgrupos, el diámetro externo del dispositivo es de aproximadamente 100 mm, y el diámetro interno D_{A1} de cada puerto de entrada 20 tiene 10,27 mm mientras que el diámetro interno D_{B1} de cada puerto de salida 29 tiene 183 μ m. Los inventores determinaron que con esas dimensiones, era posible inducir un caudal de aproximadamente 185 a 200 litros por minuto a través del dispositivo en las condiciones deseadas como se discute más adelante.

35 Radialmente hacia afuera, la galería 26 está unida por la pared anular 25 que define la periferia de la cámara 23, mientras que radialmente hacia dentro, la galería está unida por una pared de cortina 30 continua que desciende desde el plano de la galería 26 y termina a una altura por encima del suelo 24 que es aproximadamente un tercio de la separación vertical entre la galería 26 y el suelo 24. En la parte superior de la pared de cortina, se proporciona un reborde 32 que se proyecta hacia arriba.

40 Tras la pared de cortina (es decir, radialmente hacia fuera de la pared de cortina) y por debajo de la galería 26, se forma un espacio anular 34 que está aislado de la cámara 23 mediante la pared de cortina, teniendo el espacio anular 34 una base anular 36 que forma parte del cuerpo exterior 13 del dispositivo 10. La superficie superior 38 de la base anular 36 está ubicada aproximadamente en el punto intermedio entre la parte superior e inferior de la pared de cortina 30 y tiene un espesor tal que se extiende hasta la parte inferior de la pared de cortina.

45 El espacio anular 34 entre la galería 26 y la superficie 38 está separado en un primer espacio anular superior 40 y un segundo espacio anular inferior 42 mediante un suelo anular intermedio 44. Este suelo anular proporciona una partición entre ambos espacios anulares 40 y 42 y tiene una pluralidad de salidas 48 adicionales provistas de aberturas 50 formadas en el suelo anular 46, teniendo cada una de las aberturas extensiones tipo chimenea 52 montantes cada una de las cuales con un diámetro interno D_{B2} (ver la fig. 8) y está separada de la parte inferior de la galería 26 por una distancia S_B . Hay tantas aberturas 50 y extensiones asociadas 52 como salidas 29, estando las aberturas 50/extensiones 52 axialmente alineadas con las salidas 29.

50 Extendiéndose radialmente hacia el exterior desde el primer espacio anular 40 se encuentran una pluralidad de conductos 54 (figs.4 y 6), de los que solo se muestra uno en la fig. 6. Estos conductos, tal como se describe a continuación, llevan hasta un colector de partículas que se ha provisto en la sección de control 14 del dispositivo 10. Extendiéndose hacia abajo desde la superficie anular superior 38 de la base anular 36, y a través de la base hay una pluralidad de árboles cilíndricos 56 que tienen los ejes paralelos al eje 22. Estos árboles conectan con un espacio cilíndrico 58 hueco que se ha formado entre la parte inferior del suelo 24 y un subsuelo 60 que tiene una abertura central 62 formada en el mismo. Como se muestra en la Figura 4, esta abertura central 62 que, como se recordará, es una de las treinta y siete aberturas mencionadas, conduce al colector de partículas anteriormente mencionado.

La parte inferior de la cámara 23 está unida por una columnata anular 64 de los árboles 56 (figs. 4, 6 y 7), definiendo huecos 66 entre columnas adyacentes. La separación que define los huecos 66 se extiende a través de un espacio similar bajo cada uno de los treinta y siete puertos de entrada 20, proporcionando de esta manera un espacio unitario que, aunque no se muestra, se puede acoplar a la salida o al colector de partículas del dispositivo, según sea necesario.

La función y la operación del separador son las siguientes:

Se utiliza la masa inercial para separar una corriente única de partículas en dos corrientes dependiendo de su peso. Las partículas mayores continuarán con movimiento rectilíneo, mientras que las partículas más pequeñas y ligeras se arrastrarán hacia el lateral. El principio de esto se muestra en la fig. 8.

El aire entra y sale del dispositivo por la operación del elemento de succión que en la presente realización de la invención es un ventilador alimentado por batería instalado en la sección base 16 del dispositivo. El ventilador es capaz de introducir aire en el dispositivo mediante conductos (no mostrado) que llevan hasta el ventilador desde el separador de partículas y que puede derivar o no el colector de partículas instalado en la sección central 14 del dispositivo. La forma en la que el aire se introduce a través de las secciones central y base del dispositivo no es fundamental en la presente invención y por tanto no se va a describir adicionalmente.

Por supuesto, el propio colector de partículas está conectado con los conductos radiales 54 y con la abertura central 62, y de esta forma el aire pasa por el mismo procedente de la separación con columnas 66 entre los árboles 56.

El aire entra en el dispositivo 10 a través de los puertos 20, y como se muestra esquemáticamente en la fig. 8. El aire se arrastra pasando por las salidas 29 y por el espacio 66. El aire que pasa al interior del espacio 66 se puede extraer por la salida. Por otra parte, el aire que pasa por las salidas 29 entra en el primer espacio anular 40 por debajo de la galería 26 y, dependiendo del tamaño de partícula, bien se extrae mediante los conductos radiales 54 o atraviesa las extensiones 52 hasta llegar al segundo espacio anular 42 por debajo de las estructuras de suelo 44 intermedias, desde la que se arrastra a la abertura central 62. El aire arrastrado mediante los conductos 54 y la abertura 62 se lleva hasta el colector de partículas.

El diseño, geometría y proporciones del separador se calculan de tal manera que únicamente se recogen las partículas de un determinado intervalo de tamaños. Así, por ejemplo, en la realización mostrada, las partículas de un tamaño, digamos inferior a 20 micrómetros, y que se introducen en el separador con una determinada inercia, que es parcialmente dependiente de la velocidad del ventilador, están más fácilmente influenciadas por el efecto de succión del ventilador que las partículas de mayor tamaño, que siguen avanzando de bajo su propio momento, como se muestra en la fig. 8. Si el separador se ha diseñado para separar partículas únicamente en relación a su masa, se aplicarán entonces consideraciones similares.

El efecto de succión del ventilador se ejerce a través de las salidas 29 y del espacio 66. Esto se ha representado esquemáticamente en la fig. 8 mediante los pasajes 29 y el pasaje vertical 66A. Como puede verse en la fig. 8, las partículas más pesadas, en el intervalo superior de tamaño/masa de las partículas, continúan fluyendo en aproximadamente la misma dirección con la que entran en el separador mientras que las partículas más ligeras, en el intervalo inferior de tamaño/masa, se eliminan por los pasajes 29. Algunas partículas en el extremo superior del intervalo de masa más ligero pueden continuar a lo largo del paso 66A pero en mucho mayor proporción se arrastrarán al interior de los pasajes 29. Con la condición de que cantidades suficientes de dichas partículas se arrastren al interior de los pasajes para permitir que el colector detecte su presencia y permita su identificación, la cantidad precisa de partículas no es importante.

Las propias partículas más ligeras pueden, en una separación posterior, separarse adicionalmente en subintervalos en una o más etapas de separación adicionales.

La separación de las partículas se determina inicialmente por el diámetro interno D_{A1} de cada uno de los puertos de entrada 20, que, para la separación de partículas a la que se refiere principalmente la presente invención, se ha determinado que debería tener un máximo de 12 mm en su entrada, ahusándose hasta un diámetro mínimo de 10,27 mm. Con estas magnitudes, los inventores han determinado que el 95% del flujo de aire continuará en el flujo principal y se canalizará hasta el separador de partículas para separación y análisis posterior.

La profundidad L_A (fig. 8) de los puertos de entrada junto con el área total global de las salidas (se recordará que cada una tiene diámetro D_{B1}) representada por los pasajes 29 es también determinante para asegurar que el flujo de aire es según se desea. Se apreciará fácilmente que el flujo de aire representado será similar para cada salida 29, si bien esto no es siempre necesario y depende de los tipos y naturaleza de las partículas a separar. En el borde interno de la galería 26 hay un reborde perimetral o pared 31 (mostrado en la fig. 3 y de forma exagerada en la fig. 8 pero omitido en las restantes figuras simplemente por claridad) que tiene una altura tal que la separación vertical S_A de la pared 31 desde el techo 23A permite arrastrar las partículas que tienen el tamaño correcto (es decir, el intervalo(s) de tamaños de interés) hasta introducirse en los puertos de salida 29. Sin la provisión de la pared 31, es posible que las partículas colisionen con el borde superior de la pared de cortina

30 y se vean afectadas negativamente y continúen siendo arrastradas hasta fluir por las salidas 29. La provisión de la pared 31 evita que esto suceda.

La dimensión D_{A2} , que representa el área de la sección transversal a través de la que el aire que no se va a analizar ventea a la atmósfera es de tal manera que permite su dispersión sin restricciones.

5 Las partículas se arrastran al interior del separador 10 con una velocidad V_1 y a medida que entran en el mayor volumen de la cámara 23, dichas partículas en su descenso hasta el suelo de la cámara adquieren una velocidad V_2 mientras que las que cambian de dirección hacia los puertos de salida 29 adquieren una velocidad V_3 . A medida que las últimas partículas entran en los puertos de salida 29, la velocidad varía hasta una velocidad V_4 y aquellas partículas que atraviesan las aberturas 50 y las extensiones 52 mantienen su velocidad mientras que las que se desvían hacia el interior del espacio superior 40 adquieren una velocidad V_5 .

10 La fabricación del separador se realiza esencialmente formando los elementos del separador a partir de una secuencia de discos hechos de un material inerte como dióxido de silicio y ensamblando los discos en la secuencia adecuada.

15 Se entenderá claramente a partir de la descripción siguiente que aunque la invención se ha descrito con referencia a un separador que tenía prevista para la separación de partículas transportadas por el aire en tres intervalos de tamaño/masa, la invención se puede desarrollar fácilmente para proporcionar la separación de más de tres intervalos aumentando el número de puntos de separación. Por ejemplo, mediante los cambios apropiados en la geometría de las salidas mostradas en la fig. 6 y la adición de uno más niveles correspondientes a los espacios anulares 40 y 42 (con sus entradas y salidas adecuadas), será posible llevar a cabo la separación de las partículas transportadas por el aire en un número de etapas de separación significativamente mayor mientras que, con el procedimiento de fabricación utilizado, se retienen las características portátiles del dispositivo de muestreo del que forma parte. Además, con las geometrías adecuadas, un separador según la presente invención puede adaptarse fácilmente a la separación de líquidos y las partículas presentes en líquidos.

20 Adicionalmente, dependiendo del entorno y de las condiciones en las que se va a usar el separador, como parte de un dispositivo de muestreo y detección, el propio dispositivo puede estar incluido en un recipiente protector.

25 En referencia ahora a las figs. 9 a 12, estas figuras ilustran diagramáticamente un colector de partículas según la presente invención que está montado en la parte inferior de la sección central 14 del dispositivo mostrado en la fig. 1.

30 El colector de partículas ilustrado comprende una cámara 100 en la que se ha montado un sustrato 102 que puede girar alrededor de un eje que es colinear con el eje 22 mostrado en la fig. 1 y al que se pueden dirigir las partículas separadas procedentes de la sección 12 del separador de partículas, como se describe a partir de ahora en el presente documento.

35 El dispositivo comprende además un ventilador 101 que está montado por debajo del sustrato 102 y está eléctricamente impulsado por una fuente de alimentación 105 y las partículas y el aire se introducen en el dispositivo mediante el ventilador durante su funcionamiento. La velocidad a la que funciona el ventilador 101 para asegurar que las partículas se introducen en el dispositivo para recogida sin ninguna colisión significativa entre ellas mismas o con la estructura del dispositivo, hasta que alcanza el sustrato. El sustrato 102 puede impulsarse con la misma fuente de alimentación que el ventilador o con una fuente de alimentación diferente según se desee.

40 El dispositivo ilustrado se muestra con una fuente de alimentación provista de baterías 107 montada en la base del dispositivo.

45 Si el uso previsto del dispositivo es el uso personal y está diseñado para que una persona lo transporte, entonces se puede usar una única fuente de alimentación, instalada en el propio dispositivo, pero si el dispositivo se instala en grandes cantidades, como por ejemplo, en ubicaciones donde es muy posible que el público esté presente, entonces el dispositivo puede operar de forma concertada con otros dispositivos similares en la misma ubicación a partir de una o más fuentes de alimentación locales y generales.

50 El colector también comprende elementos para depositar un fluido, que puede ser agua purificada o una disolución salina, sobre el sustrato para formar una película de fluido. El elemento puede ser cualquier elemento pulverizador en forma de boquilla capaz de depositar una niebla o pulverización fina del sustrato y se ha indicado de manera general como 103. El fluido se impulsa desde una fuente o depósito rellenable (no mostrado) montado en el interior del dispositivo, mediante los conductos 109 que están formados en el interior de la partición 104, y que se puede recircular como se describe más adelante en el presente documento una vez ha realizado su función de transportar las partículas lo que se describe también más adelante en el presente documento.

55 En los casos en los que se desee o resulte adecuado, el fluido, habitualmente agua o una disolución salina, como se indicado anteriormente, puede contener una proporción de un agente espesante inerte como

glicerina, dependiendo del tipo de partícula que el dispositivo va a recoger. Preferiblemente, el agente espesante se agregará al fluido en el depósito, pero se puede premezclar con el fluido cuando este último está en camino al pulverizador 103. El fluido depositado, mostrado en las figs. 9, 10 y 11, proporciona una película de fluido que, según los inventores han encontrado gracias a la experimentación, puede ser del orden de 5 micrómetros de espesor si se desea recoger partículas de un tamaño en el intervalo de 2-20 micrómetros con una velocidad de rotación de aproximadamente 500 rpm. Por supuesto, el espesor de la película puede variar, pero es fuertemente dependiente de la viscosidad del propio fluido, de la velocidad de rotación del sustrato y del tamaño de las partículas a recoger. Los inventores han encontrado que una velocidad de rotación significativamente inferior a 500 rpm, es decir de aproximadamente 200-300 rpm, la película no se desarrolla uniformemente en la parte inferior del intervalo, mientras que en extremo superior, se producen ondas en la película, lo que conduce a un movimiento desigual de las partículas.

La cámara 100 está definida por una partición superior o techo 104 y de una sección 106 y paredes laterales 108 del recipiente en el interior del cual se instala el dispositivo. Separado de la parte superior de la partición 104 por un separador anular 110 se encuentra una tapa plana 112 que por lo general tiene forma circular y define un vano 114 entre él y la partición 104, en dicho vano, las partículas y el flujo de aire acompañante que proceden de los espacios cilíndricos 58 bajo los suelos 24 de los treinta y siete puertos de entrada 20, mostrados en las figs. 1, 2 y 5, mediante las aberturas centrales 62, se pueden combinar y pasar al colector.

La tapa plana 112 corresponde a un subsuelo 60 mostrado en la fig. 4 y que está provisto de las aberturas 62 a través de las cuales las partículas que se han separado en el separador pueden pasar al vano 114, por el que estas y el aire acompañante pueden circular a medida que fluyen por el colector.

La partición 104 también está provista de una pluralidad de aberturas 118 que son de un diámetro tal que permiten el flujo por el colector sin colisión con la partición. En el dispositivo a modo de ejemplo, estas aberturas están dispuestas en un anillo concéntrico alrededor del eje 22 del dispositivo, y existirán del orden de cincuenta de dichas aberturas. La disposición es tal que a medida que el aire se impulsa por el dispositivo, las partículas se introducen por las aberturas 118 junto al aire acompañante y la velocidad de flujo está controlada de forma que las moléculas de aire más ligeras se arrastren radialmente hacia el centro de la cámara desde donde salen a través de una abertura central de salida 120 formada en la sección base 106. Las partículas de interés, sin embargo, al tener una talla/masa superior, incidirán sobre el fluido que está sobre el sustrato 102.

El sustrato 102 está formado sobre una oblea o disco 122 que convenientemente puede estar fabricado de dióxido de silicio. El disco tiene una abertura central 124 alineada con la abertura 120 formada en la sección base 106 y a través de la cual el aire se impulsa para salir del dispositivo.

El sustrato 102 está formado como un laminado de la oblea 122 y una segunda oblea 126 que está conformada como se muestra en la fig. 12 (también se puede colocar una tercera oblea 128, que también está conformada como se describe a continuación, sobre la segunda oblea). La forma de las obleas 122, 126 y 128 puede realizarse por cualquier medio convencional, incluyendo grabado.

La oblea 122 es un disco circular que tiene formada a su través una abertura 124 central circular.

La oblea 126 está formada con una abertura central 130 en forma de estrella de ocho puntas que tiene mayores dimensiones que la abertura central 124 de la oblea 122, de forma que cuando las dos obleas están unidas entre sí, queda expuesta en la oblea 122, que está por debajo de la oblea 126, una región central anular 132 pero externamente con forma de estrella.

En cada uno de los ocho vértices de la abertura 130 en forma de estrella, se forman canales 138, como mediante grabado de la oblea, extendiéndose radialmente estos canales desde el eje 22 y finalizando en las cámaras de recogida 140. El objetivo de estos canales 138 y de las cámaras 140 se describe más adelante pero se apreciará que los canales pueden formarse de modo que no sea radialmente.

La tercera oblea 128, si es necesaria, tiene forma anular y se coloca sobre la oblea 126, emparedando por tanto esta última entre ésta y la oblea 122. Las obleas pueden unirse entre sí mediante cualquier agente de unión adecuado. Sin embargo, los inventores han encontrado que si las obleas se forman con superficies muy planas, las fuerzas de Van der Waals son suficientes para unir las obleas entre sí si el laminado de la oblea se sujeta durante el plazo de tiempo requerido. La abertura circular 142 de la oblea 128 tiene mayor diámetro que la de la oblea 122, correspondiendo el diámetro a la mayor dimensión de la abertura 130 en forma de estrella de la oblea 126, según se indica en la fig. 12 por la línea de cadena punteada 142. Si se desea, la abertura 142 puede tener un diámetro superior o inferior al que se indica en la fig. 12.

Cada uno de los canales 138 tiene preferiblemente una anchura en el intervalo de 20-200 micrómetros, estando determinada la anchura del canal por la masa/talla de la partícula a recoger y por otros factores tales como la velocidad y viscosidad del fluido utilizado y la velocidad de rotación del disco durante el funcionamiento. En la fig. 12, se muestran ocho de dichos canales. Sin embargo se prevé que se pueden proporcionar más de ocho, dependiendo del número de tipos de partícula que se desea recoger y detectar. Por ejemplo, cada cámara puede

estar servida por más de un canal.

Las dimensiones de las cámaras 140 también pueden variar, siendo el criterio principal, pero no el único, para determinar el tamaño y la forma de la velocidad con la cual se desea recoger las partículas y el flujo de fluido al interior de dichas cámaras. En la fig. 12, las cámaras 140 se muestran circulares, pero están previstas otras formas, entre las que se incluyen las formas de perfil elíptico o triangular o en rombo. Es también posible variar el número de cámaras usado para recoger las partículas.

Cuando el dispositivo está funcionando para arrastrar a su interior y por el mismo el aire que contiene las partículas y el colector está funcionando por rotación del sustrato 102, la velocidad de rotación del sustrato dependerá de los tipos de partículas que se van a recoger para su identificación y la velocidad a la que se deben procesar dichas partículas en el dispositivo.

En la fig. 10, se muestra esquemáticamente la forma en la que el colector está unido al separador contenido en un dispositivo de muestreos según la presente invención.

En la fig. 10, el separador 12 se indica diagramáticamente solo en tres de las construcciones del puerto mostradas en la fig. 8. En realidad, como se ha descrito anteriormente, habrá treinta y siete de dichos puertos, según se ha descrito con referencia a las figs. 1 a 7, pero a efectos de explicación, en la fig. 10 solo se muestran tres.

El aire que atraviesa las salidas provistas por la pared de cortina 30 de cada puerto 20 se dirige por el dispositivo hacia la salida, y una ruta conveniente para ventear dicho aire hasta la salida es mediante los conductos de salida en la periferia del dispositivo, indicado esquemáticamente como 144 donde se pueden formar los conductos entre las superficies radialmente exteriores de la cubierta 112/subsuelo 60, separador 110, partición 104, sección base 106 y las paredes laterales 108 del dispositivo. De forma alternativa, los conductos de salida pueden estar formados en las propias paredes laterales 108. O de cualquier otra manera conveniente.

Así, se puede ventear el aire que atraviesa las salidas, a través de la columnata 64 desde las salidas colectoras mostradas en la fig. 4, como se muestra mediante las flechas 146 mediante los conductos de salida (no mostrados) a los pasos de salida 144.

Las propias partículas que se han separado y que han atravesado el separador de partículas 12 se arrastran, junto con su flujo de aire acompañante, hacia las aberturas 62 formadas en la placa de cubierta 112/subsuelo 60. Las partículas se transportan por el flujo de aire acompañante al interior del vano 114. Con la retirada del aire por los pasos de salida 144, la cantidad de aire en el flujo de aire acompañante se reduce hasta aproximadamente un 95% de la captación original de aire por el dispositivo. Las partículas se mueven en el flujo de aire acompañante desde el vano 114 por las aberturas 118 al interior de la cámara 100. El momento de las partículas y el caudal de aire por el dispositivo originan que las partículas se dirijan al interior de la película de fluido sobre la oblea giratoria 122 mientras que al aire acompañante se arrastra por las aberturas centrales 124, 120 respectivamente en el sustrato 102 y la sección base portante 106 hasta la salida.

Alternativamente para permitir la salida del aire, también se prevé que se puede proporcionar la manera de recircular el aire de nuevo al dispositivo. Los elementos para hacer esto no se describen aquí pero están entre las capacidades de los expertos en la técnica.

El agua o la disolución salina, con o sin aditivo a modo de agente espesante, se pulveriza continuamente sobre el área o región 132 (fig. 12) de la oblea 122 para crear una película continua de dicho fluido sobre su superficie. Las partículas que impactan el fluido quedarán capturadas por el mismo y quedarán atrapadas en el fluido. A medida que el sustrato rota, suministra una fuerza centrífuga al fluido provocándole un movimiento radialmente hacia el exterior desde el eje de rotación del sustrato. Como puede verse particularmente en la fig. 12, la forma de estrella de la abertura 130 en la oblea 126 proporciona dieciséis bordes 146 dispuestos en parejas, conduciendo cada uno a uno de los canales 138, dirigiendo de este modo el flujo de fluido hacia el canal asociado mientras el sustrato rota. El fluido que transporta las partículas retenidas por el fluido queda así obligado a fluir por los canales 138 hasta las cámaras 140 asociadas en las que las partículas se recogen para su análisis.

Aunque no se muestra, también se proporcionan elementos para drenar el fluido portador y para recircularlo al depósito anteriormente mencionado. Dichos elementos pueden estar provistos por una microbomba o por una canalización del fluido bajo el efecto de la fuerza centrífuga que actúa sobre el fluido.

En referencia ahora a la fig. 11, se ilustra en la misma un dispositivo similar al de la fig. 10 pero con una pluralidad de, es decir, dos, sustratos rotatorios montados en el anterior. Se entenderá fácilmente a partir de la siguiente descripción que un dispositivo de ese tipo puede incorporar claramente más de dos.

Un dispositivo tal puede el mismo operarse no solamente como un colector de partículas sino también como un separador. Los puertos 20 del separador se pueden omitir, y de este modo, únicamente están delineados en línea punteada, aunque para una separación y recogida comprehensiva se incluyen ventajosamente. Esta

realización de un dispositivo según la presente invención se va a describir a partir de ahora en el presente documento meramente por medio de ejemplo y se entiende claramente que están previstas realizaciones y modificaciones adicionales.

5 Cada etapa de sustrato es sustancialmente idéntica a la descrita con referencia a la fig. 10 y por tanto no necesita describirse con más detalle. La disposición del dispositivo de la fig. 11 es tal que cualquier partícula transportada por el aire que atraviese las aperturas centrales de la etapa superior del sustrato se introduce a continuación por las aberturas 62 de la etapa inferior, y a continuación por las aberturas 118 hasta el sustrato inferior en una manera similar que para la unidad de sustrato en la fig. 10.

10 Si el dispositivo mostrado en la fig. 11 se considera como un separador y colector combinados, sin la presencia de los puertos de entrada 20, entonces se puede apreciar fácilmente que la separación de partículas a partir del aire se puede conseguir mediante las etapas superior e inferior del dispositivo.

15 En ambas realizaciones mostradas en las figs. 10 y 11, la o cada sección base 106 está provista de una matriz de sensores 148 adyacentes cada uno a la colección de cámaras 140. Dichos sensores pueden ser de tipo convencional para detectar la presencia de cualquier especie de microorganismos como bacterias, virus, patógenos y similares, incluyendo, pero sin limitarse a e-coli, ántrax u otros organismos potencialmente letales. Los sensores pueden ser activos en el sentido que pueden detectar la presencia de dichos microorganismos independientemente, o pasivos en el sentido de que pueden activarse por elementos de detección de fluorescencia a la entrada del dispositivo con los sensores y posteriormente confirmar la presencia de dichos microorganismos en las partículas recogidas en las cámaras 140. Alternativamente, los sensores pueden estar provistos en la propia oblea.

20 Aunque no se muestra, un dispositivo según la presente invención puede estar provisto de una válvula de control para controlar la velocidad de flujo de aire a través del dispositivo según las partículas que se necesitan detectar.

Adicionalmente, pueden tomarse medidas para que el dispositivo registre datos relacionados con las partículas recogidas.

25 Se puede construir un dispositivo según la presente invención de manera que el o cada sustrato se pueda retirar fácilmente del dispositivo si es necesario, bien para que las partículas recogidas se puedan examinar y/o analizar o de forma que el sustrato se pueda limpiar y sustituir por un sustrato nuevo, o desecharse si es necesario.

30 Una de las principales ventajas de la presente invención respecto de la técnica anterior es que se puede evitar el daño a las partículas al transferirlas desde el aire a un líquido inerte, manteniendo simultáneamente la eliminación del aire no deseado. No solo las partículas están menos expuestas a daños, sino que, a medida que se arrastran en o por el medio líquido, se 'pegan' al medio y es menos posible que se pierdan.

35 Se considera de importancia primordial que se conserve la viabilidad de las partículas, con el fin de ser capaz de identificar o cultivar cualquier partícula de microorganismo en cualquier etapa posterior en el dispositivo. La provisión de una película fluida tal como una película de agua permite usar una velocidad de impacto inferior (entre 2-15 metros por segundo) de la que hasta el momento se había empleado, ya que solo se necesita que las partículas toquen la película de agua para que se extraigan del aire y por tanto no colisionan con las superficies duras de la oblea lo que podría dañarlas. A continuación, las partículas extraídas se transferirán a detectores mediante el flujo continuo de la película de agua.

40 La presente invención también proporciona la ventaja de la retirada de aire. Las partículas de interés se extraen mientras que el aire (y cualquier partícula remanente de tamaño más pequeño) se ventea. Las partículas, como se ha descrito anteriormente, impactan contra la película fluida, mientras que el aire se succiona por el centro del disco.

45 Los sensores 148 pueden encontrarse por encima, por debajo y sobre el o cualquier sustrato 102 y se podría incorporar cualquier tipo de sensor adecuado. Esto incluye por ejemplo sensores ópticos que detectan partículas en el aire antes de su impacto. Está previsto que determinadas áreas de la oblea, si está conformada como un CD, más probablemente en una región próxima al centro, pueda usarse de manera similar a un CD-R comercial para registrar datos procedentes de los sensores.

50 En una realización adicional de la presente invención, el o uno de los sustratos según el caso puede estar provisto del núcleo de un motor que se proporciona para rotar el o cada sustrato con la bobina provista alrededor de dicho sustrato e instalada en las paredes externas del dispositivo.

REIVINDICACIONES

1. Un colector de partículas para recoger partículas de una masa/tamaño de partícula discreta separada de un flujo de un medio fluido ambiental,
- 5 comprendiendo el colector una cámara (100) que tiene instalado en la misma un sustrato (102) que puede girar alrededor de un eje (22) y sobre el que se pueden dirigir las partículas separadas, **caracterizado porque**
- el sustrato tiene sobre el mismo una pluralidad de canales (138) perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras (140) en las que se pueden recoger las partículas mientras el sustrato está en rotación,
- 10 comprendiendo adicionalmente el colector elementos para depositar un líquido (103) sobre el sustrato para formar una película de dicho líquido en al menos una región del sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del colector, siendo tales la construcción y la disposición del colector que, a medida que las partículas de interés inciden sobre el líquido, se depositan en dicho líquido y,
- dicho líquido obliga a dichas partículas a fluir al interior de la pluralidad de canales para la deposición de las partículas en la pluralidad de cámaras, bajo la fuerza centrífuga originada en la rotación del sustrato.
- 15 2. Un colector de partículas según la reivindicación 1 en el que el sustrato comprende una oblea rotatoria (122, 136, 128).
3. Un colector de partículas según la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que se forma una abertura central (124) en el sustrato para permitir la salida del medio fluido ambiental del que se han separado dichas partículas.
- 20 4. Un colector de partículas según la reivindicación 3 en el que la región del sustrato forma un anillo alrededor de dicha abertura formada en el sustrato.
5. Un colector de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que los canales y las cámaras se han formado radialmente hacia el exterior de la región.
- 25 6. Un colector de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que los canales están dispuestos radialmente en el eje de rotación del sustrato.
7. Un colector de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que los canales y las cámaras están provistas de un material que está unido al sustrato.
- 30 8. Un colector de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 en el que el elemento para depositar un líquido sobre el sustrato comprende una pluralidad de boquillas pulverizadoras dispuestas por encima del sustrato.
9. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que el líquido depositado sobre el sustrato es agua purificada.
10. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que el líquido depositado sobre el sustrato es una disolución salina.
- 35 11. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 en el que se proporciona un depósito para almacenar una cantidad de líquido para depositar sobre el sustrato.
12. Un colector de partículas según la reivindicación 11 en el que se proporcionan elementos para recircular dicha cantidad de líquido.
13. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 en el sustrato se puede sustituir.
- 40 14. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones en el que se emplea un ventilador (101) para obligar al flujo de medio fluido ambiental para activar dichas partículas y arrastrar dicho medio fluido ambiental al colector.
15. Un colector de partículas según la reivindicación 14 que comprende un motor para hacer girar el sustrato y el ventilador.
- 45 16. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones en el que se proporciona un elemento detector (148) adyacente a cada cámara para detectar la presencia de una partícula de cualquier especie seleccionada.
17. Un colector de partículas según la reivindicación 16 en el que se proporcionan elementos para registrar parámetros asociados con cualquier partícula seleccionada que sea detectada por cualquier elemento sensor.

18. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que la cámara tiene un techo (104) y el elemento para depositar líquido sobre el sustrato está montado en o bajo el techo por encima de dicha región del sustrato, proporcionando además el techo aberturas (118) para permitir la entrada de dichas partículas a la cámara.
- 5 19. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el sustrato está hecho de dióxido de silicio.
20. Un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que comprende una segunda cámara que tiene instalado en la misma un segundo sustrato que puede girar alrededor de dicho eje, estando la segunda cámara situada bajo dicha primera cámara con un acceso entre la primera y la segunda cámara previsto de manera que cualesquiera partículas no recogidas en la primera cámara puedan pasar a la segunda cámara para recogida, en el segundo sustrato,
- 10 teniendo el segundo sustrato sobre sí mismo una pluralidad de canales perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras en las que se pueden recoger las partículas mientras que el primer y el segundo sustrato están en rotación,
- 15 estando provista la segunda cámara de segundos elementos para depositar un líquido sobre el segundo sustrato para formar una película de dicho líquido en al menos una región del segundo sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del colector.
21. Un separador/colector de partículas (10) para separar partículas de una masa/tamaño de partícula discreta procedente de un flujo de un medio fluido ambiental, tal como aire ambiental, y para recoger las partículas separadas,
- 20 comprendiendo el separador/colector una pluralidad de cámaras superpuestas teniendo cada una montada en la misma un sustrato (102) que puede girar alrededor de un eje
- 25 y sobre el que se pueden dirigir partículas desde el flujo de medio fluido ambiental, **caracterizado porque** cada sustrato tiene sobre sí mismo una pluralidad de canales (138) perimetralmente separados extendiéndose cada uno en una dirección que se aleja de dicho eje y que conduce a una pluralidad de cámaras (140) en las que se pueden recoger las partículas
- mientras el sustrato está en rotación,
- comprendiendo adicionalmente el colector elementos para depositar un líquido sobre cada sustrato (102) para formar una película de dicho líquido en al menos una región del sustrato sobre el que se dirigen las partículas durante el funcionamiento del separador/colector, siendo tales la construcción y la disposición del separador/colector que, a medida que las partículas de interés inciden sobre el líquido, se depositan en el líquido, y dicho líquido obliga a dichas partículas a fluir al interior de la pluralidad de canales (140) para la deposición de las partículas en la pluralidad de cámaras (140) bajo la fuerza centrífuga originada en la rotación del sustrato, y
- 30 elementos (101) para obligar al medio fluido ambiental a fluir por la pluralidad de cámaras (140) hasta la salida.
22. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas que comprende un separador (12) para separar partículas de un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio fluido ambiental en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador un cuerpo (13) con una entrada provista de una pluralidad de puertos de entrada (20) por los que el medio fluido ambiental se admite al interior del separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara (23) respectiva que tiene una pluralidad de puertos (29) de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuáles se pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida, alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador;
- 35 un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20; y
- 45 elementos para impulsar el aire a través del separador hasta el colector para su recogida en ese punto.
23. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas que comprende un separador (12) para separar partículas de un primer y segundo intervalo de masa/tamaño procedentes de un medio fluido ambiental gaseoso en el que están presentes, siendo las partículas del primer intervalo de masa/tamaño mayores que las partículas del segundo intervalo, comprendiendo el separador
- 50 un cuerpo (13) con un eje (22) y una entrada axial provista de una pluralidad de puertos de entrada (20) por los que el medio gaseoso ambiental se pueden introducir en el separador, llevando cada puerto de entrada a una primera cámara (23) respectiva que tiene una pluralidad de puertos (29) de salida alrededor de su periferia partiendo desde la cámara y por los cuáles se pueden extraer las partículas del segundo intervalo durante la operación del separador para recogida

posterior, mientras que las partículas del primer intervalo pasan en general axialmente por la cámara, teniendo cada cámara una salida (62), alejada de su entrada, mediante la cual las partículas de salida de dicho primer intervalo se pueden ventear del separador;

un colector de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20; y

5 elementos (101) para impulsar el aire a través del separador hasta el colector para su recogida en ese punto.

24. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 22 o la reivindicación 23 en el que los puertos de la pluralidad de puertos de entrada son de tamaño y forma sustancialmente similares y están dispuestos concéntricamente con una orientación sustancialmente común.

10 25. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 22 o la reivindicación 23 como se ha añadido a lo anterior en el que cada cámara tiene un eje paralelo al eje (22) del recipiente y los puertos de salida que rodean la periferia de cada cámara están dispuestos en matrices concéntricas respecto al eje de la cámara respectiva.

15 26. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 25 en el que las matrices concéntricas de puertos de salida están dispuestos en una galería anular (26) por encima de una zona de suelo (24) de la cámara respectiva.

27. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 26 en el que cada uno de los puertos de salida está provisto de un paso que lleva hasta un espacio anular (34) formado bajo la galería, estando el espacio anular aislado de la cámara.

20 28. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 27 en el que uno o más conductos (54) salen del espacio anular y está/están dispuesto(s) para alinearse y conectar con un colector de partículas cuando el separador está conectado al mismo.

25 29. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 28 en el que un segundo espacio anular está provisto bajo dicho espacio anular, y dicho segundo espacio anular está conectado a dicho espacio anular por el que las partículas pueden pasar desde dicho espacio anular hasta dicho segundo espacio anular, teniendo dicho segundo espacio anular salidas desde el anterior mediante las que dichas partículas se pueden dirigir a dicho colector de partículas cuando el separador está conectado al mismo.

30 30. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 29 en el que las partículas de dicho segundo intervalo incluyen partículas de intervalos de masa/tamaño terceros y cuartos en el que las partículas del tercer intervalo son de mayor masa/tamaño que las del cuarto intervalo, siendo capaz el separador de extraer partículas del cuarto intervalo en dicho espacio anular y las partículas del tercer intervalo procedentes del segundo espacio anular.

35 31. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 29 o la reivindicación 30 en el que se proporcionan una pluralidad de espacios anulares bajo dicho segundo espacio anular, estando cada espacio anular de dicha pluralidad de los mismos conectado a un espacio anular inmediatamente superior por el que las partículas pueden pasar desde dicho espacio anular inmediatamente superior al anterior, y teniendo cada espacio anular salidas desde el anterior mediante las que dichas partículas se pueden dirigir a dicho colector de partículas cuando el separador está conectado al mismo.

40 32. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 31 en el que cada uno de los puertos de entrada (20) tiene un suelo (24) y el más inferior de dicha pluralidad de espacios anulares se conectará a continuación con una abertura que conduce a una salida por debajo de dicho suelo.

45 33. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según la reivindicación 29 o cualquiera de las reivindicaciones 30 a 32 como se han añadido a este documento en el que las partículas del cuarto intervalo se pueden separar de las partículas del tercer intervalo al separar dicho espacio anular en un primer espacio anular (40) y un segundo espacio anular (42) con una partición (44) entre los anteriores de forma que dicho segundo espacio anular quede separado de los puertos de salida mediante el primer espacio anular, teniendo el primer espacio anular una salida que es transversal respecto al eje de la cámara respectiva y por el que se pueden extraer las partículas del cuarto intervalo para su recogida, mientras que las partículas del tercer intervalo se dirigen por salidas adicionales para recogida independiente.

50 34. Un dispositivo para recogida y muestreo de partículas según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 33 que es portátil.

35. Un procedimiento para separar y recoger partículas de una masa/tamaño de partícula discreta separada de un flujo de un medio fluido ambiental, comprendiendo el procedimiento dirigir el medio fluido al interior de un dispositivo que comprende una cámara (100) en la que se ha instalado un sustrato (102) de manera giratoria, **caracterizado porque** el procedimiento adicionalmente comprende, dirigir un líquido sobre el sustrato para establecer una película

líquida sobre el mismo, siendo dirigido el medio fluido a la cámara a una velocidad tal que el medio fluido se puede retirar de la cámara permitiendo a la vez que las partículas arrastradas en el mismo impacten sobre la película de líquido, y extrayendo el líquido que tiene las partículas contenidas en el mismo a las ubicaciones de recogida (140) en el sustrato, bajo la fuerza centrífuga originada en la rotación del sustrato.

- 5 36. Un procedimiento según la reivindicación 35 en el que el fluido es un medio gaseoso, especialmente el aire.
37. Un procedimiento según la reivindicación 35 o la reivindicación 36 en el que las partículas a recoger comprenden microorganismos.
38. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 37 en el que las partículas arrastradas en el medio fluido se separarán según el tamaño/masa de la partícula.
- 10 39. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 38 en el que las partículas a detectar están en el intervalo de tamaños de 2-20 micrómetros.
40. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 35 a 39 que se lleva a cabo utilizando un dispositivo de recogida y muestreo de partículas según cualquiera de las reivindicaciones 22 a 34.

Fig.1.

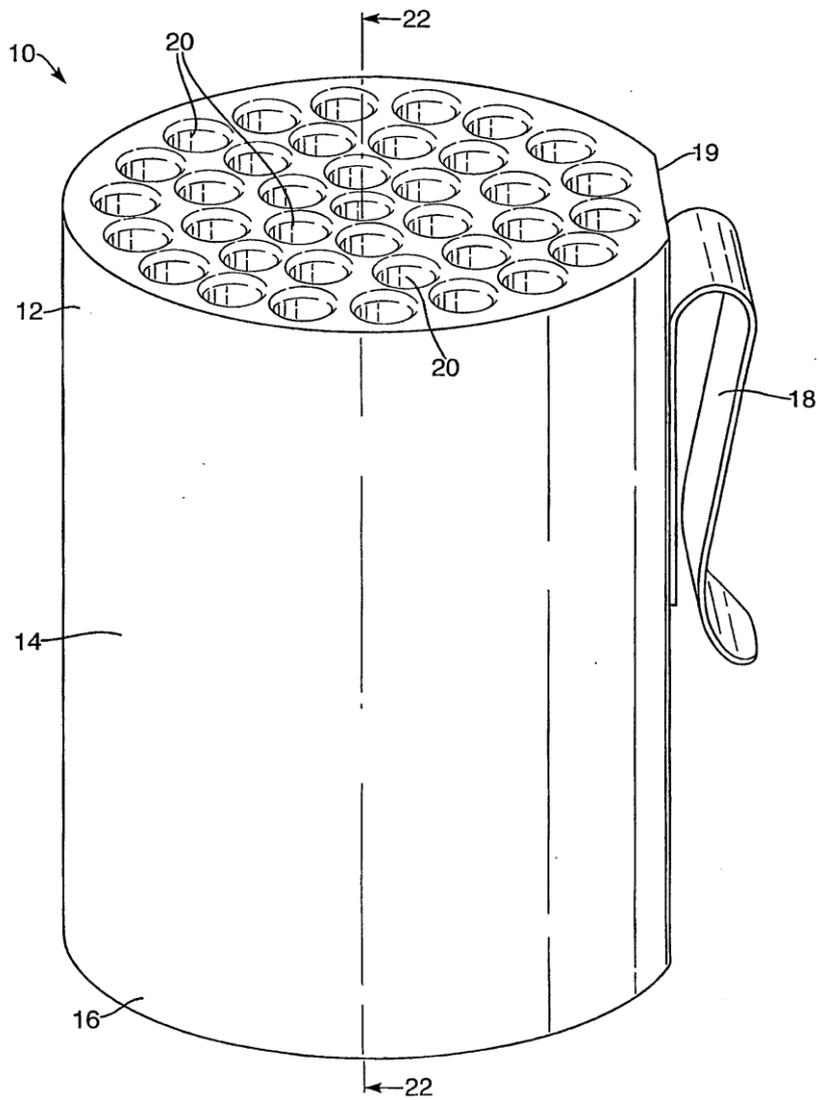


Fig.2.

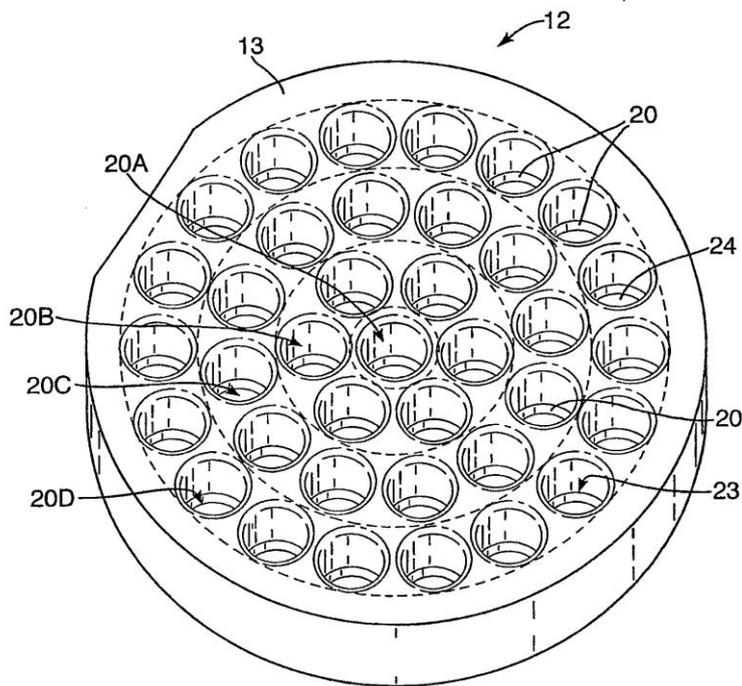
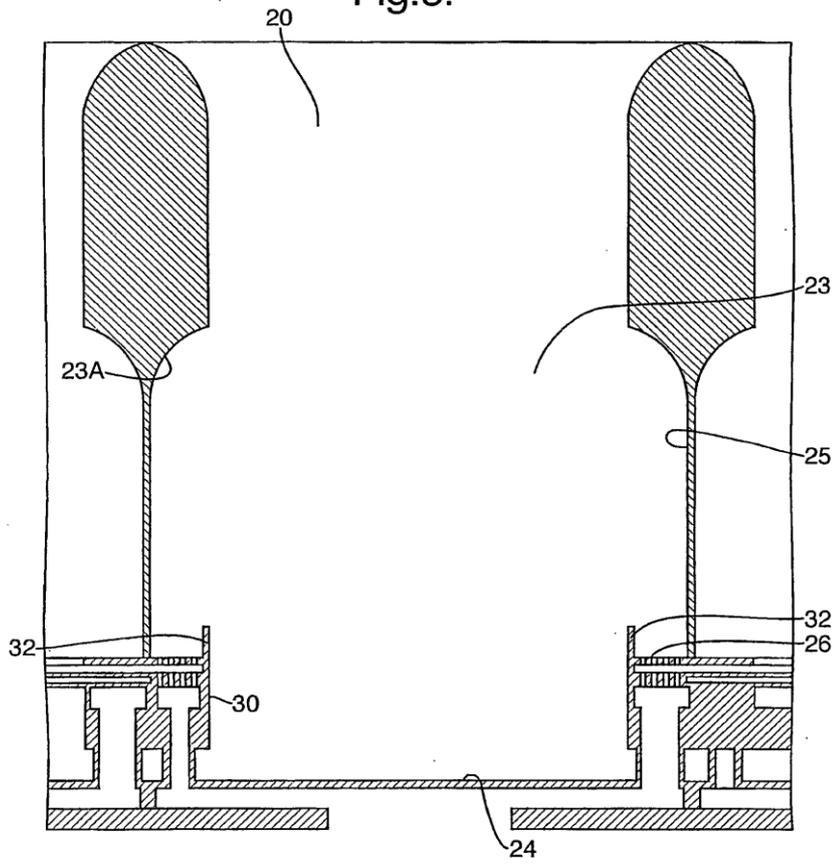


Fig.3.



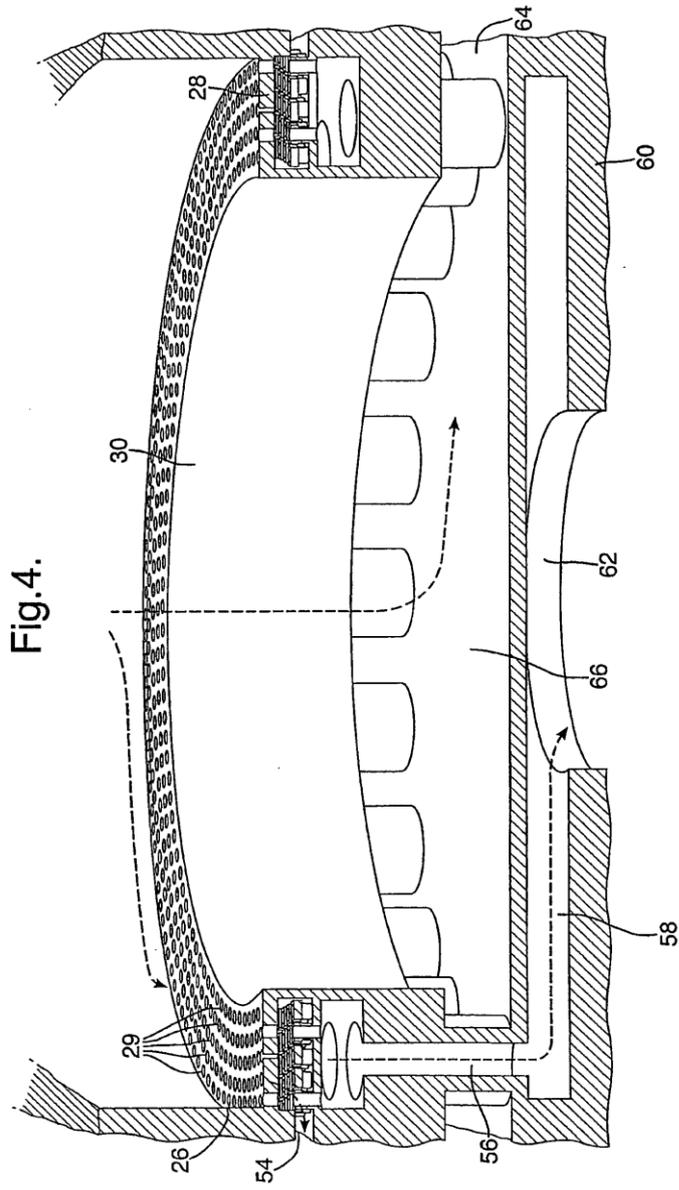


Fig.5.

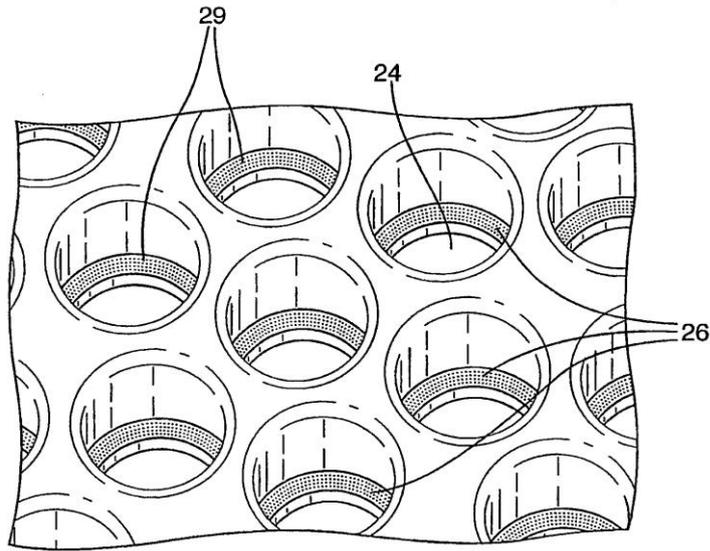
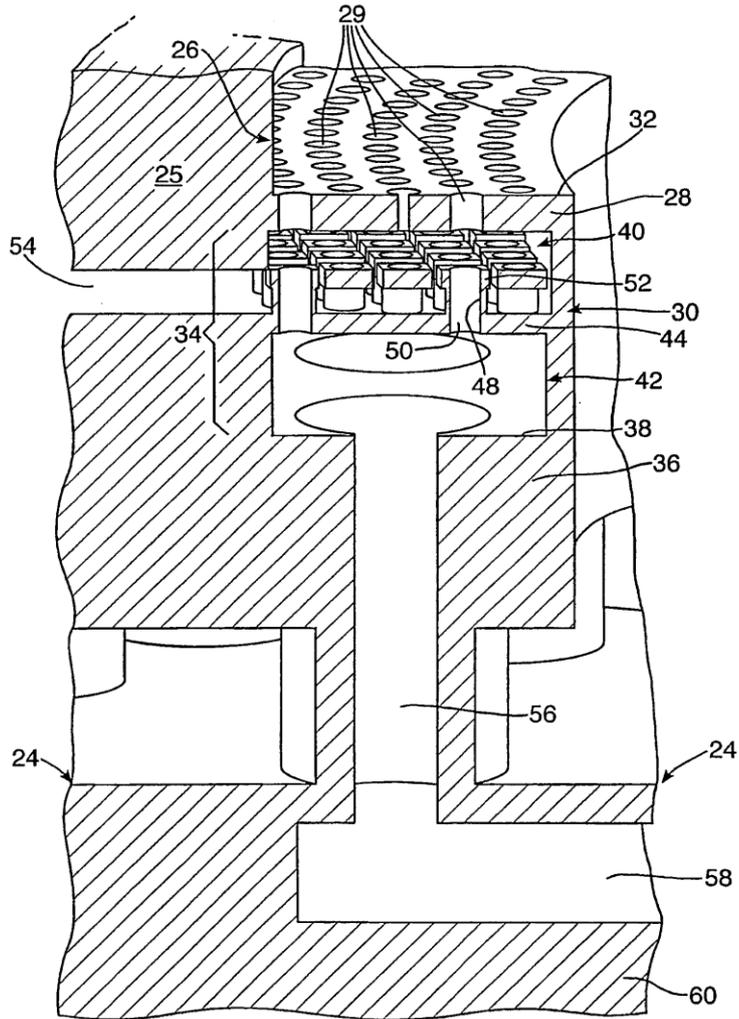


Fig.6.



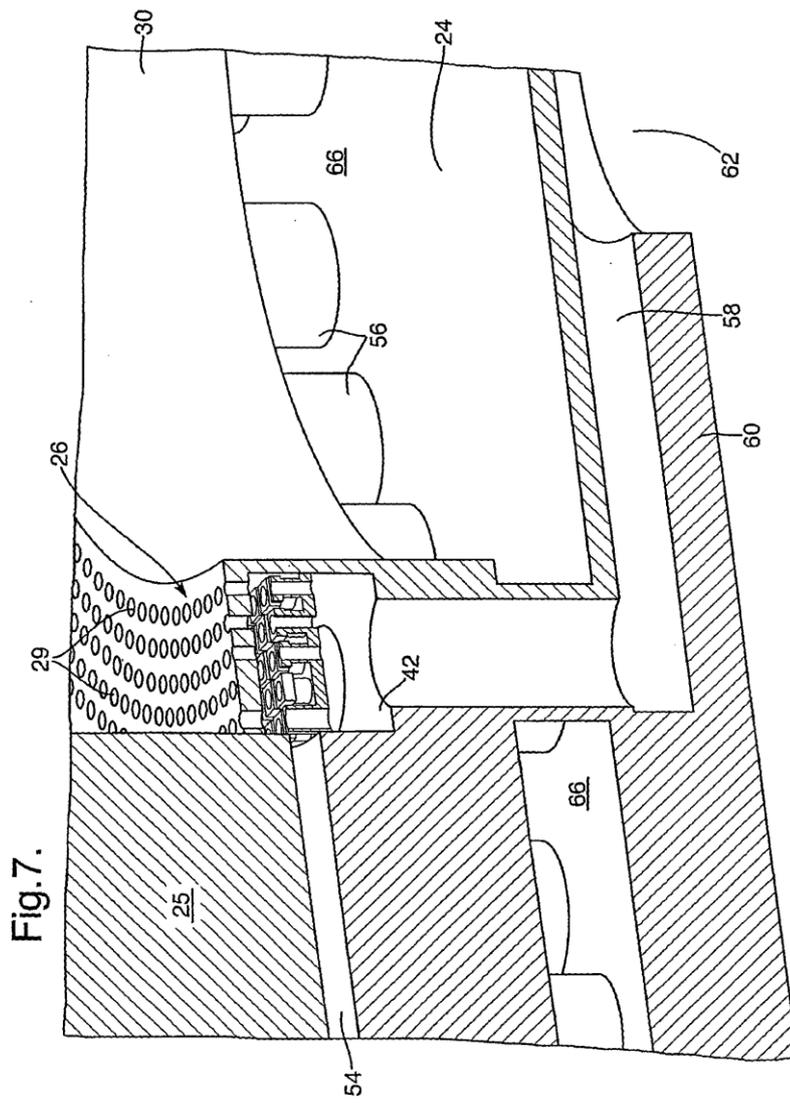
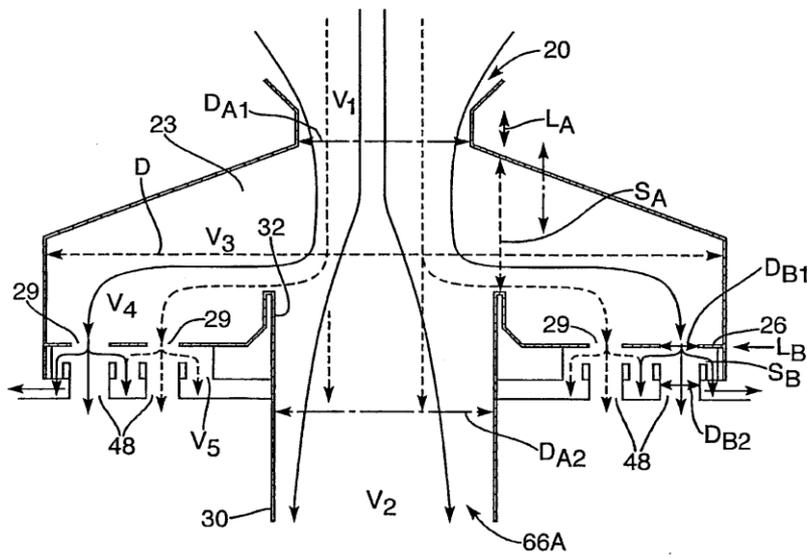
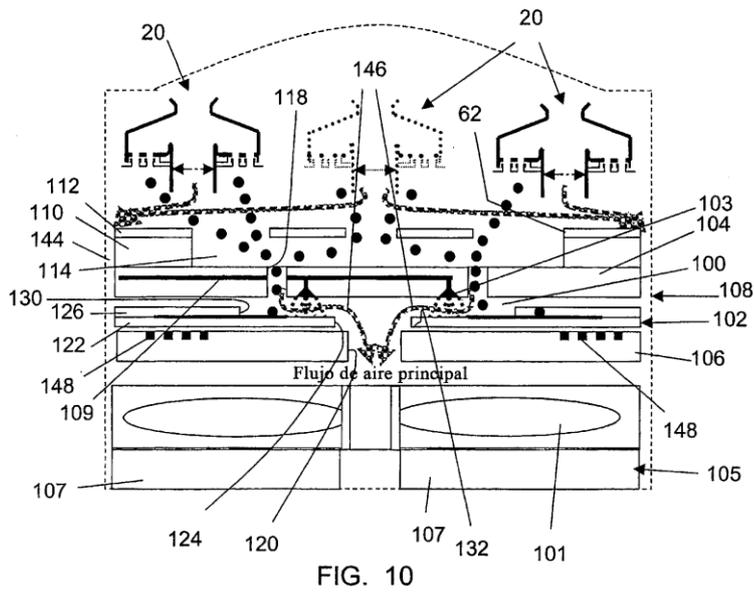
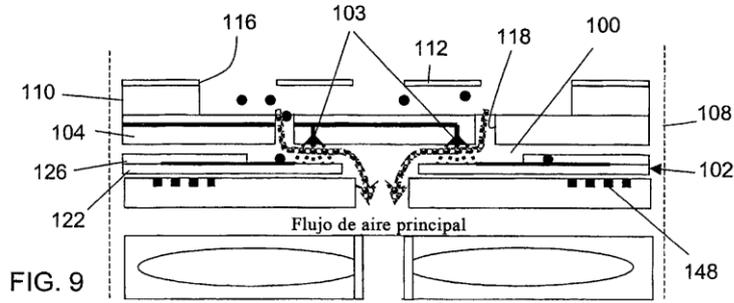


Fig.8.





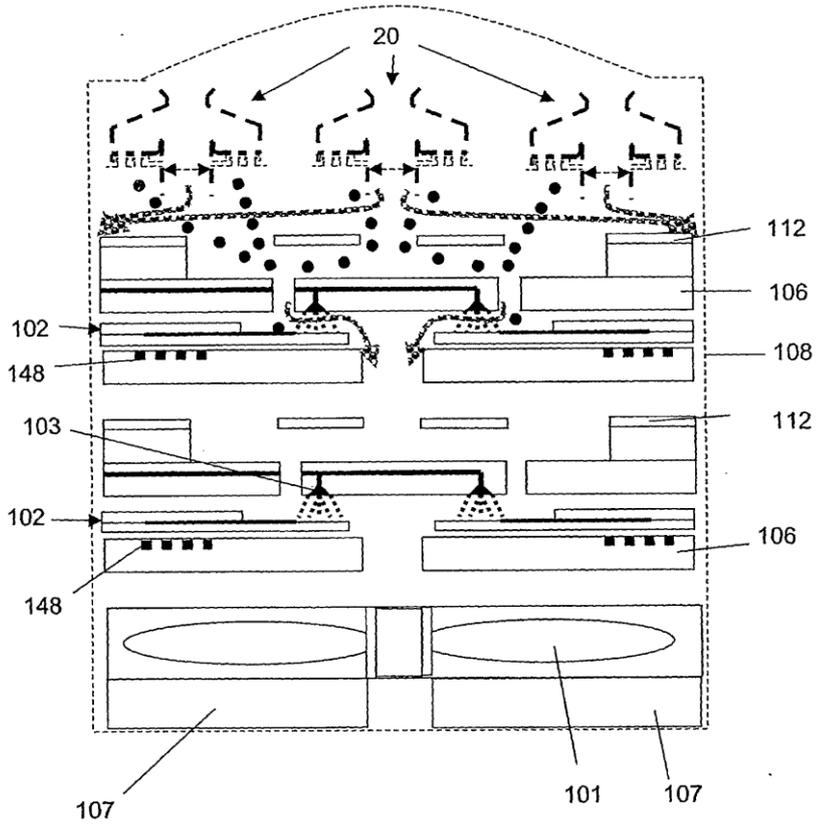


FIG. 11

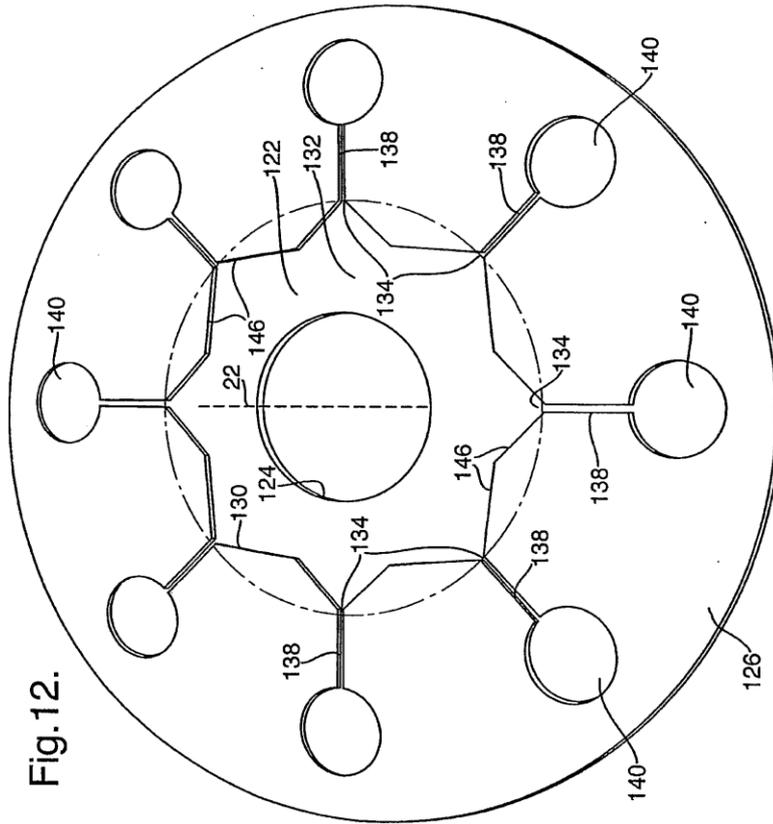


Fig. 12.