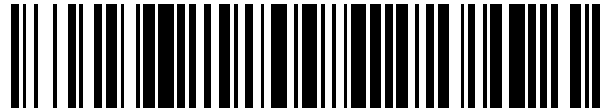


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 485 865**

51 Int. Cl.:

B01D 47/06 (2006.01)

B01D 53/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2004 E 04816124 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.04.2014 EP 1660214**

54 Título: **Aparato y procedimiento para extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos de un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido**

30 Prioridad:

04.09.2003 FR 0350500

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

14.08.2014

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
BATIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**CHARRUE, PIERRE;
THEVENOT, GILLES;
CAVALIN, GOULVEN y
DELMAS, ROGER**

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 485 865 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

Aparato y procedimiento para extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos de un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido

5

Campo técnico

La invención se refiere a un aparato, así como a un procedimiento, que permite extraer elementos susceptibles de hallarse presentes en un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido, y todo ello con independencia de que los elementos sean gaseosos, líquidos o sólidos, de naturaleza química o biológica y de que sean o no solubles en agua.

10

Por lo tanto, este aparato y este procedimiento son susceptibles de encontrar aplicación en todos los campos en los que se desea detectar o determinar elementos susceptibles de hallarse presentes, en forma gaseosa, líquida o sólida, en un entorno gaseoso, tales como gases de combustión (CO, CO₂, SO₂, NO_x, etc.), compuestos orgánicos volátiles (COV: hexano, heptano y otros alcanos; benceno, tolueno, xilenos y otros compuestos aromáticos ligeros; acetona, monoetilcetona y otras cetonas; formaldehído, acetaldehído y otros aldehídos; percloroetileno, tricloroetileno y otros carburos clorados; clorofluorocarbonos, etc.), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP: benzo(a)pireno, coroneno, naftaleno, etc.), metales pesados (plomo, mercurio, arsénico, etc.), contaminantes radiactivos, como también contaminantes biológicos (microorganismos, polen).

15

20

Concretamente, estos son susceptibles de ser utilizados para el control y la monitorización de la contaminación atmosférica y de la calidad de ambientes más o menos confinados, tanto en ámbito industrial, por ejemplo para comprobar el estado sanitario de cadenas de producción y de las emisiones ligadas a esa producción, como en el ámbito de colectividades (hospitales, centros escolares, salas de deporte o de espectáculos, ...) o incluso de particulares (edificios de oficinas o de viviendas).

25

Estado de la técnica anterior

Para analizar los elementos presentes en un medio gaseoso, y en particular los contaminantes atmosféricos, hasta la fecha se han propuesto abundantes aparatos que se pueden clasificar esquemáticamente en dos categorías.

30

Están, en efecto, los aparatos que permiten efectuar un análisis en tiempo real y que son utilizados como sistemas de aviso, por ejemplo en el contexto de una monitorización continua de la contaminación atmosférica.

35

Estos aparatos generalmente utilizan técnicas de análisis basadas en una propiedad física de los elementos que se habrán de analizar, como el índice de refracción, la conductividad térmica o la absorbancia infrarroja. Por lo tanto, no están calibrados más que para una sola familia de elementos, e incluso para un sólo elemento, por lo que tan sólo brindan un análisis limitado a esa sola familia o a ese sólo elemento.

40

Por otra parte, están los aparatos que permiten extraer del medio gaseoso los elementos que se encuentran en él y concentrarlos, realizándose secundariamente la identificación y la determinación de esos elementos, bien sea mediante un sistema de análisis (cromatógrafo, por ejemplo) acoplado al aparato de extracción-concentración, bien sea en un laboratorio. Así, son conocidos en particular:

45

- aparatos que realizan la captación de los elementos presentes en el medio gaseoso mediante filtración de un flujo de ese medio gaseoso en un filtro sólido (por ejemplo, un filtro de nailon o de teflón®) y que presentan el gran inconveniente de no retener los elementos cuya talla es inferior a la porosidad del filtro;

50

- aparatos que fijan los elementos presentes en el medio gaseoso en una fase sólida (por ejemplo carbón) por adsorción;

- aparatos que recogen los elementos presentes en el medio gaseoso en un líquido, mediante desviación de un flujo de ese medio gaseoso a ese líquido y separación de los elementos por inercia, y que, tampoco ellos, permiten extraer los elementos de talla pequeña;

55

- aparatos que operan una transferencia de los elementos presentes en el medio gaseoso hacia un líquido haciendo que un flujo de ese medio gaseoso atraviese un tubo relleno con ese líquido y que está rematado en sus dos extremos por una membrana que tan sólo es permeable a los gases (referencia [1]); por lo tanto, estos aparatos presentan el defecto de no extraer del medio gaseoso más que los elementos gaseosos que encierra (siendo retenidos fuera del tubo, en efecto, los elementos líquidos y sólidos) y por un contacto entre el medio gaseoso y el líquido que es insuficiente para garantizar la fiabilidad de esta extracción; y

60

- aparatos que operan asimismo una transferencia de los elementos presentes en el medio gaseoso hacia un líquido pero por nebulización de ese líquido por medio de un flujo de ese medio gaseoso.

65

Se describe un aparato en el documento JP-A-07 096 025.

5 La técnica de extracción-concentración por nebulización, más conocida con la denominación anglosajona "mist chamber technique", fue propuesta por primera vez en 1985, en vistas a permitir el análisis de gases hidrosolubles presentes en la atmósfera en estado de trazas.

10 Esta técnica consiste, en un recinto que, atravesado en sentido vertical ascendente por el medio gaseoso en un flujo continuo, contiene agua en su parte baja, en hacer entrar en contacto ese agua con el flujo gaseoso en orden a transformarla en una neblina constituida a partir de gotitas finas en suspensión en el medio gaseoso y a obtener así una superficie de alta interacción entre ese medio y el agua, capacitada para favorecer la transferencia de los gases hidrosolubles de uno hacia la otra. Al mismo tiempo, las gotitas de agua se concentran por coalescencia sobre la pared del recinto y las gotas así formadas fluyen a lo largo de esta pared en dirección a la parte baja del recinto. Estas permiten así alimentar con agua la parte baja del recinto y, por lo tanto, nebulizar esa agua en continuo y asegurar su progresivo enriquecimiento con gases hidrosolubles.

20 Habida cuenta de su fundamento, desde los cerca de 20 años que existe, la técnica de extracción-concentración por nebulización se utiliza exclusivamente para extraer de un medio gaseoso y concentrar elementos aptos para disolverse en agua o en una solución acuosa, efectuándose secundariamente la identificación y la determinación de esos elementos, generalmente por cromatografía iónica.

25 Así, por ejemplo, Talbot y col. la emplean en vistas a medir la concentración troposférica de ácido nítrico (referencia [2]) o de ácido fórmico, ácido acético y ácido pirúvico (referencia [3]), en tanto que Keene y col. la utilizan con el propósito de determinar los gases clorados inorgánicos presentes en el aire marino (referencia [4]) utilizando una solución acuosa alcalina para extraer y concentrar Cl_2 y una parte de HOCl, y una solución acuosa ácida para extraer y concentrar HCl, NOCl, $CINO_2$ y $CINO_3$.

30 Se desprende por cuanto antecede que todos los aparatos propuestos hasta ahora para el análisis de los elementos que se encuentran en un medio gaseoso tienen un uso limitado, por una parte a un tipo de análisis, siendo estos bien inmediatos o bien diferidos en el tiempo y, por otra parte, a un tipo de elementos, teniendo, en efecto, que cumplir estos elementos, para ser tomados en cuenta en el análisis, bien con una determinada talla, bien con un determinado estado (estado gaseoso, por ejemplo), o bien con determinadas propiedades físico-químicas (por ejemplo, solubilidad en agua).

35 Ahora bien, sería deseable, especialmente para el control y la monitorización de la contaminación atmosférica, poder disponer de un aparato versátil, en particular por permitir:

- 40 • realizar tanto un análisis exhaustivo de los elementos gaseosos, sólidos y líquidos contenidos en un medio gaseoso, como un análisis selectivo de una familia de elementos, e incluso de un elemento de esa familia; y
- efectuar ese análisis tanto en tiempo real, en orden a poder servir de sistema de aviso, como de manera diferida en el tiempo.

45 Sería deseable además que ese aparato fuera utilizable cualquiera que sea el lugar en el que se halle situado el medio gaseoso que debe ser analizado, siendo fácilmente transportable y autónomo.

50 La invención tiene por objeto precisamente un aparato que permite extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos del medio gaseoso en el que se encuentran y concentrar esos elementos en un medio líquido, por nebulización de ese medio líquido mediante el medio gaseoso y condensación de las gotitas de medio líquido que forman la neblina producida por esa nebulización, y que cumple con todas estas exigencias.

Explicación de la invención

55 El aparato según la invención comprende:

- un primer recinto de nebulización y de condensación, que presenta una parte superior y una parte inferior destinada a contener el medio líquido, y que está provisto de un conducto de admisión del medio gaseoso, de medios para nebulizar el medio líquido, así como de un primer conducto de descarga del medio gaseoso;
- 60 - medios de aplicación de subpresión o de sobrepresión al interior del primer recinto, para permitir que el medio gaseoso penetre en este recinto, circule por él y sea descargado del mismo, en un flujo continuo;

y se caracteriza porque comprende además:

- 65 - al menos un segundo recinto de condensación, estando unido este segundo recinto al conducto de descarga del medio gaseoso del primer recinto y estando provisto de un segundo conducto de descarga del medio gaseoso; y

- medios para refrigerar este segundo recinto.

Así, el aparato según la invención tiene como características el comprender al menos dos recintos diferenciados:

5 • un primer recinto que está destinado a servir, en la situación de funcionamiento del aparato, a la vez para nebulizar el medio líquido mediante el medio gaseoso en orden a obtener una neblina formada por gotitas finas de ese medio líquido en suspensión en el medio gaseoso, así como para condensar parte de esas gotitas, por coalescencia de dichas gotitas sobre una superficie mojada; y

10 • un segundo recinto que está unido al primer recinto, al propio tiempo que se halla situado aguas abajo del mismo con relación al sentido de circulación del flujo gaseoso, que está refrigerado y que sirve, por su parte, para condensar las gotitas de medio líquido que no se han condensado en el primer recinto, obteniéndose esta condensación complementaria por contacto de esas gotitas con una superficie fría.

15 Mediante esta doble condensación, el aparato según la invención ofrece la posibilidad de extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos presentes en un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido, mediante la técnica de extracción-concentración por nebulización, pero utilizando no sólo agua o una solución acuosa como medio líquido, sino también un disolvente orgánico, una mezcla de disolventes orgánicos que forma un azeótropo o incluso una mezcla agua/disolvente(s) orgánico(s) que forma un azeótropo, y ello sin riesgo de que parte de ese o esos disolventes orgánicos se pierda por evaporación a lo largo de la extracción-concentración, con el consiguiente efecto de falsear los resultados del análisis de esos elementos.

25 Así, el aparato según la invención permite emplear un medio líquido perfectamente adaptado a las propiedades de solubilidad de los elementos presentes en el medio gaseoso y los cuales se desea detectar o determinar, y realizar tanto una extracción-concentración selectiva, es decir, limitada, por ejemplo sólo a los elementos hidrosolubles, o, por el contrario, a los que son poco o nada solubles en agua, como una extracción exhaustiva de los elementos que se encuentran en el medio gaseoso.

30 El o los disolventes que forman el medio líquido se pueden seleccionar de entre numerosos disolventes, siempre y cuando cumplan las siguientes condiciones: presentar una tensión de vapor poco elevada para facilitar su condensación; estar exentos de cualquier contaminación con elementos idénticos a aquellos cuyo análisis se desea efectuar; cuando están destinados a ser utilizados en mezcla, ser miscibles entre sí para que el medio líquido sea homogéneo, y formar un azeótropo.

35 En interés de la comodidad, en lo que sigue:

• la condensación de las gotitas o de parte de las gotitas que forman la neblina producida por la nebulización se denomina más simplemente condensación de la neblina o de parte de la neblina;

40 • la condensación resultante de la coalescencia de esas gotitas sobre una superficie mojada se denomina más simplemente condensación por coalescencia, en tanto que

45 • la condensación resultante del contacto de dichas gotitas con una superficie fría se denomina más simplemente condensación térmica.

De conformidad con la invención, teniendo el conducto de admisión del medio gaseoso del primer recinto un primer extremo situado fuera de este primer recinto y un segundo extremo alojado en este primer recinto, los medios para nebulizar el medio líquido comprenden:

50 - una tobera de nebulización que se halla situada a nivel del segundo extremo de ese conducto y que incorpora al menos un orificio; y

55 - un tubo de nebulización provisto de dos aberturas: una primera abertura que se halla situada en la parte inferior del primer recinto y una segunda abertura que queda enrasada con el orificio de la tobera de nebulización.

60 En el sentido de la presente invención, se entiende por tobera de nebulización cualquier elemento que incorpora al menos un orificio y que, hallándose situado a nivel del segundo extremo del conducto de admisión del medio gaseoso del primer recinto, es apto, en la situación de funcionamiento del aparato, para aumentar la velocidad a la cual es liberado el flujo gaseoso en el primer recinto respecto a la velocidad a la que fluye en la parte del conducto situada aguas arriba de este elemento, en orden a inducir, por efecto Venturi, una aspiración, en el tubo de nebulización, del medio líquido situado en la parte inferior del primer recinto, y la liberación de ese medio líquido por la segunda abertura que incorpora este tubo y que queda enrasada con el orificio de dicho elemento.

65 De conformidad con la invención, la tobera de nebulización puede estar configurada por una reducción progresiva de la sección del conducto de admisión del medio gaseoso del primer recinto o por una reducción secuencial de esta

sección, como por ejemplo una serie de estrechamientos.

Como variante, esta también se puede constituir a partir de una pieza sobrepuesta, por ejemplo por atornillado o salto elástico, en el segundo extremo del conducto de admisión del medio gaseoso del primer recinto. En este caso, es posible equipar el aparato con un conjunto de toberas intercambiables, que se diferencian entre sí por el número de orificios y/o el tamaño de estos orificios y que permiten adaptar lo mejor posible la velocidad de liberación del flujo gaseoso en el primer recinto a la viscosidad del medio líquido y, así, obtener una optimización del efecto Venturi.

En un primer modo preferido de realización del aparato según la invención, el orificio de la tobera de nebulización está orientado hacia la parte superior del primer recinto y la segunda abertura del tubo de nebulización se halla situada inmediatamente por encima de este orificio.

En este primer modo de realización, el primer recinto se compone preferentemente de tres partes:

- un depósito, que configura la parte inferior de este primer recinto y que está destinado a contener el medio líquido;
- una cámara de nebulización, que configura su parte intermedia y en la que se alojan el orificio de la tobera de nebulización y la segunda abertura del tubo de nebulización; y
- una cúpula de condensación, que configura su parte superior.

Por otro lado, al presentar el segundo recinto una base y una cima, el primer conducto de descarga del medio gaseoso es preferentemente un conducto con un codo que une la cámara de nebulización del primer recinto con la base del segundo recinto, de modo que el eje vertical del segundo recinto se halle claramente desplazado con relación al eje vertical del primer recinto. De manera idónea, la unión entre este conducto y la cámara de nebulización queda situada sensiblemente a la misma altura o a una altura inferior a aquella en la que se encuentran el orificio de la tobera de nebulización y la abertura del tubo de nebulización.

Así, en la situación de funcionamiento del aparato, la liberación del medio líquido justo por encima del orificio de la tobera de nebulización —el cual, a su vez, libera el medio gaseoso en forma de un flujo— genera la formación, en la cámara de nebulización del primer recinto, de una neblina formada a partir de gotitas finas de medio líquido en suspensión en el medio gaseoso y que, procurando un contacto íntimo entre el medio líquido y el medio gaseoso, permite que los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos presentes en ese medio gaseoso se disuelvan en el medio líquido y sean así transferidos de dicho medio gaseoso hacia dicho medio líquido.

Habida cuenta de la orientación del orificio de la tobera de nebulización, esa neblina asciende hacia la cúpula de condensación, donde se condensa parcialmente por coalescencia, siendo la superficie mojada, en este caso, la superficie de la pared de la cúpula de condensación. Así, sobre la pared de esta cúpula se forman gotas, que a continuación fluyen por gravedad a lo largo de esta pared hasta llegar al depósito que forma la parte inferior del primer recinto.

Simultáneamente, debido a la subpresión o a la sobrepresión que reina en el primer recinto (y, consiguientemente, en el segundo recinto, ya que estos se hallan unidos entre sí), la neblina que no se ha condensado en el primer recinto se escapa de este último por el primer conducto de descarga del medio gaseoso y penetra en el segundo recinto, donde sufre una condensación térmica. Aquí también, esta condensación se traduce en la formación de gotas que fluyen por gravedad por el primer conducto de descarga del medio gaseoso, luego a lo largo de la porción de la pared del primer recinto que separa este conducto del depósito de este primer recinto, y llegan a este depósito.

Así, a medida que se nebuliza el medio líquido contenido en el depósito del primer recinto, este depósito se alimenta con medio líquido, a la vez por las gotas que se forman en la cúpula de condensación del primer recinto y por las que se forman en el segundo recinto, lo cual permite realizar la nebulización en continuo y concentrar progresivamente, en el medio líquido, los elementos gaseosos, líquidos y sólidos presentes inicialmente en el medio gaseoso, tanto tiempo como se desee.

Por otro lado, la disposición "desplazada" del segundo recinto con relación al primer recinto permite reducir la velocidad de las gotitas formadas por la nebulización; la circulación de esas gotitas por el segundo recinto se efectúa entonces a velocidad más reducida, lo cual permite evitar su expulsión directa fuera de este recinto, aumentar los tiempos de contacto con las partes frías del segundo recinto y, con ello, mejorar la condensación de la neblina en dicho segundo recinto.

En un segundo modo preferido de realización del aparato según la invención, el orificio de la tobera de nebulización está orientado hacia la parte inferior del primer recinto, y la segunda abertura del tubo de nebulización se halla situada inmediatamente por debajo de este orificio.

En este segundo modo de realización preferido, el primer recinto se compone preferentemente de dos partes:

- un depósito, que configura la parte inferior de este primer recinto y que está destinado a contener el medio líquido, depósito que tiene un fondo cuya superficie es inferior a una sección recta de este depósito, quedando enrasada esta sección recta con la superficie del medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato; y

- 5 - una cámara de nebulización, que configura la parte superior del aparato y en la que se alojan el orificio de la tobera de nebulización y la segunda abertura del tubo de nebulización.

Más en particular, se prefiere que el depósito tenga una forma que se va abocinando de abajo hacia arriba, como por ejemplo una forma troncocónica.

- 10 En este segundo modo preferido de realización, la cámara de nebulización incorpora ventajosamente dos paredes: una pared exterior en la que queda enlazado el primer conducto de descarga del medio gaseoso y una pared interior que se halla situada completamente por encima y distante del depósito, pared interior esta que divide la cámara de nebulización para configurar una parte central situada en el interior de la pared interior y una parte periférica situada
15 entre las paredes exterior e interior, alojándose en dicha parte central la segunda abertura del tubo de nebulización y el orificio de la tobera de nebulización.

- Por otro lado, al presentar el segundo recinto una base y una cima, el primer conducto de descarga del medio gaseoso es preferentemente un conducto con un codo que une la cámara de nebulización del primer recinto con la base del segundo recinto, de modo que, aquí también, el eje vertical del segundo recinto se halle desplazado con relación al eje vertical del primer recinto. De manera idónea, la unión entre este conducto y la cámara de nebulización queda situada sensiblemente a la misma altura o a una altura superior a aquella en la que se encuentran el orificio de la tobera de nebulización y la abertura del tubo de nebulización.

- 25 Así, en la situación de funcionamiento del aparato, la neblina producida por la liberación del medio líquido justo por debajo del orificio de la tobera de nebulización tiene origen en la parte central de la cámara de nebulización del primer recinto.

- 30 Habida cuenta de la orientación del orificio de la tobera de nebulización, esta neblina desciende hacia el depósito, donde se condensa parcialmente por coalescencia, siendo la superficie mojada, en este caso, esencialmente la superficie del medio líquido contenido en este depósito.

- Simultáneamente, por la subpresión o la sobrepresión que reina en el primer recinto, la neblina que no se ha condensado asciende a la parte periférica de la cámara de nebulización y se escapa de la misma por el primer conducto de descarga del medio gaseoso, antes de penetrar en el segundo recinto, donde sufre una condensación térmica según se ha descrito anteriormente.

- Por lo tanto, el depósito del primer recinto se alimenta de manera continua con medio líquido, a la vez por las gotas que se forman en la superficie del medio líquido contenido en este depósito y por las que se forman en el segundo recinto.

- Ventajosamente, el primer recinto comprende un elemento de estabilización de la superficie del medio líquido y que se ha previsto para quedar situado por debajo y a escasa distancia (unos milímetros) de esta superficie en la situación de funcionamiento del aparato –debiéndose optimizar esta distancia en función de la naturaleza del medio líquido–, dando paso al propio tiempo a las gotas procedentes de la condensación de la neblina.

- Para tal fin, el elemento de estabilización es, por ejemplo, un elemento rígido y de escaso espesor tal como una rejilla constituida o revestida con un material inerte frente a los elementos susceptibles de ser extraídos del medio gaseoso y apto para resistir a los eventuales efectos corrosivos de estos elementos y de los disolventes orgánicos, del tipo polietileno o teflón®, que presenta una sección recta sensiblemente menor que la sección recta del depósito que queda enrasado con la superficie del medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato, y que eventualmente está provisto de elementos de tipo flotadores que permiten mantenerlo a la misma distancia de esta superficie cualesquiera que sean las variaciones de altura a las que se halle sometida la misma en la utilización del aparato.

- 55 Sea cual fuere el modo de realización del aparato según la invención, los medios para refrigerar el segundo recinto son, preferentemente, una célula de efecto Peltier, permitiendo en efecto tal célula asegurar una refrigeración muy eficaz sin utilizar gases fluorocarbonados como el freón®.

- 60 No obstante, es posible, por supuesto, refrigerar el recinto mediante otros sistemas frigoríficos, y en particular mediante un sistema por compresión de un fluido frigorígeno.

- De conformidad con la invención, el segundo recinto puede estar vacío, en cuyo caso la superficie fría sobre la cual es susceptible de condensarse la neblina es, en el mejor de los casos, la superficie de la pared de este recinto. Así
65 pues, se prefiere que el segundo recinto contenga una guarnición.

En el sentido de la presente invención, se entiende por guarnición un conjunto de elementos constituidos o revestidos con un material inerte frente a los elementos susceptibles de ser extraídos del medio gaseoso y apto para resistir a los eventuales efectos corrosivos de estos elementos y de los disolventes orgánicos, los cuales, una vez ubicados en el segundo recinto, tienen por efecto el aumento de la superficie fría sobre la cual es susceptible de condensarse la neblina en la situación de funcionamiento del aparato y, con ello, la optimización de la condensación de esta neblina. Semejante guarnición consiste, por ejemplo, en bolas de teflón®, bolas de acero inoxidable o anillos de Raschig.

Preferentemente, la parte inferior del primer recinto está provista de al menos un sistema para la detección o la determinación de los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos extraídos del medio gaseoso y concentrados en el medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato.

La presencia de tal sistema ofrece, en efecto, la posibilidad de identificar o de determinar los elementos presentes en el medio gaseoso, tanto a medida que son extraídos de este medio y concentrados en el medio líquido, cuanto al cabo de la operación de extracción-concentración de estos elementos.

Además, en este último caso, el análisis de los elementos se puede realizar utilizando, bien sea el sistema de detección y de determinación del aparato, bien sea los servicios de un laboratorio de análisis, previa recogida del medio líquido, o bien incluso ambos en el caso en que se desee, por ejemplo, hacer que un laboratorio de análisis revise los resultados obtenidos con el aparato.

Así, el aparato según la invención está adaptado a la perfección para servir de sistema de aviso si así se desea, por ejemplo para el control y la monitorización de la contaminación atmosférica. En los demás casos, permite minimizar el tiempo necesario para la realización de análisis de elementos presentes en un medio gaseoso.

Este sistema de detección o de medida pueden consistir en particular en:

- un detector óptico constituido a partir de un diodo y de una célula fotoeléctrica que permite emitir y analizar un rayo luminoso de una longitud de onda dada que atraviesa la parte inferior del primer recinto en virtud de dos ventanillas que incorpora este;
 - un espectrofotómetro o un espectrofluorímetro unido a las dos ventanillas de la cuba mediante dos fibras ópticas; como también
 - una sonda electroquímica sumergida en la parte inferior del primer recinto;
- pudiendo combinarse estos diferentes medios.

Con objeto de facilitar la recogida del medio líquido al final de la operación de extracción-concentración, la parte inferior del primer recinto es preferentemente practicable.

De manera más general, el primer recinto y el segundo recinto son desmontables y las partes que los constituyen se hallan, en una configuración ensamblada de estos recintos, enlazadas entre sí de manera estanca, por ejemplo por atornillado, salto elástico, encaje u otro. Esta vinculación se puede efectuar por medios integrados en dichas partes (por ejemplo, roscas en el caso de un ensamble por atornillado) o, por el contrario, por medios sobrepuestos en las mismas, como son racores o anillos de ajuste. La estanqueidad, por su parte, se obtiene mediante la presencia de juntas en las zonas de vinculación, tales como juntas tóricas de teflón®.

En efecto, esta disposición permite proceder con facilidad, entre dos operaciones de extracción-concentración, a un lavado de la pared del primer recinto y/o de la pared del segundo recinto y de los diferentes elementos que en estos recintos se alojan y, con ello, eliminar cualquier riesgo de contaminación del medio líquido utilizado en el transcurso de una operación de extracción-concentración por trazas residuales de elementos que hayan sido extraídos y concentrados en el transcurso de una anterior operación de extracción-concentración, pudiendo tal contaminación desvirtuar la validez de los resultados del análisis.

De conformidad con la invención, el aparato comprende, preferentemente, medios de aplicación de subpresión al interior del primer recinto, los cuales son ventajosamente una bomba aspirante volumétrica que está unida al segundo conducto de descarga del medio gaseoso.

Por otro lado, está provisto de un sistema de alimentación de energía eléctrica que comprende a la vez, ventajosamente, medios de conexionado a una fuente de energía eléctrica exterior (red eléctrica, baterías exteriores, etc.) tales como un cable de conexión, y medios de alimentación de energía eléctrica capacitados para permitirle funcionar de manera autónoma, como por ejemplo baterías, acumuladores recargables o similares.

En un modo de realización particularmente preferido del aparato según la invención, este se materializa en una estructura compacta, portátil o arrastrable por una sola persona, del tipo mochila, maleta o maletín, capacitada para

permitir su transporte y su utilización cualquiera que sea el lugar en el que se sitúe el medio gaseoso que debe analizado.

5 Aparte de las ventajas anteriormente comentadas, el aparato según la invención presenta aún otras numerosas ventajas y, en particular, la de permitir la realización de análisis muy eficientes, especialmente en cuanto a sensibilidad, la de ser simple en su utilización y la de poder estar realizado, si así se desea, en una forma compacta y autónoma, haciéndolo transportable y utilizable en cualquier tipo de sitio.

10 La invención también tiene por objeto un procedimiento para extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos de un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido, por nebulización de ese medio líquido mediante el medio gaseoso y condensación de las gotitas de medio líquido que forman la neblina producida por esa nebulización, cuyo procedimiento se caracteriza porque dichas gotitas se someten a una condensación por coalescencia sobre una superficie mojada y a una condensación por contacto con una superficie fría, y porque la nebulización y la condensación por coalescencia sobre una superficie mojada se realizan en un primer recinto, en tanto que la condensación por contacto con una superficie fría se realiza en un segundo recinto, siendo los recintos primero y 15 segundo diferenciados entre sí; pero unidos entre sí.

20 De manera particularmente preferida, la condensación de las gotitas por contacto con una superficie fría se realiza en un recinto refrigerado y contenedor de una guarnición.

De conformidad con la invención, el medio líquido comprende uno o varios disolventes seleccionados de entre el agua, los disolventes orgánicos y sus mezclas.

25 Aparte de las disposiciones que anteceden, la invención comprende aún otras disposiciones que se desprenderán del complemento de la descripción que sigue, el cual se refiere a ejemplos de realización de un aparato de extracción-concentración conforme a la invención y que hace referencia a los dibujos que se adjuntan.

30 Se sobreentiende, con todo, que este complemento de la descripción se da a sólo título de ilustración del objeto de la invención y en modo alguno constituye una limitación de este objeto.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 es un esquema de principio de un ejemplo de realización de un aparato de extracción-concentración conforme a la invención, en el que este se presenta en una forma compacta, adaptada para ser llevada por una sola persona.

La figura 2 es una representación esquemática de una parte del aparato mostrado en la figura 1, vista en sección transversal.

40 La figura 3 es una representación esquemática de una variante de realización de la parte del aparato mostrada en la figura 2, vista en sección transversal.

Explicación detallada de ejemplos de realización de un aparato conforme a la invención

45 Se hace referencia en primer lugar a la figura 1, que corresponde a un esquema de principio de un ejemplo de realización de un aparato de extracción-concentración 10 conforme a la invención, en el que este último se presenta en una forma compacta, más exactamente en forma de un maletín 11 previsto para ser llevado por una sola persona merced a un asa 12 que incorpora en su cara externa superior.

50 Según es visible en esta figura, el interior del maletín 11, el cual puede estar constituido a partir de un metal ligero del tipo aleación a base de aluminio o de un plástico rígido del tipo polipropileno, está dividido, por un tabique vertical 16, en dos compartimentos, 15a y 15b respectivamente.

El compartimento 15a da cabida a:

55 • un primer recinto 20, de eje mayor a vertical, que está destinado a procurar a la vez la nebulización de un medio líquido convenientemente seleccionado en función de los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos que se pretende extraer del medio gaseoso y concentrar, así como a la condensación por coalescencia de parte de la neblina así formada;

60 • un conducto 35, que sirve para hacer llegar el medio gaseoso al interior del primer recinto 20, para cuyo fin cuenta con un extremo 35a que está situado fuera del maletín 11 y con un extremo 35b que está situado dentro del primer recinto 20;

65 • un segundo recinto 40, igualmente de eje mayor b vertical, cuya función es la de procurar la condensación térmica de la neblina que no se ha condensado en el primer recinto;

• un conducto 45, que une los recintos 20 y 40 entre sí y que sirve en particular para descargar el medio gaseoso fuera del primer recinto 20; y

5 • un conducto 50, que sirve para descargar el medio gaseoso fuera del segundo recinto 40, para cuyo fin une este recinto con una bomba aspirante 60 situada en el compartimento 15b, siendo pasante por el tabique 16.

10 El compartimento 15a da cabida asimismo a un dispositivo cuya función es la de refrigerar el segundo recinto 40, de modo que la temperatura interna de este recinto sea, por ejemplo, del orden de 5 a 10°C cuando la temperatura ambiente es de 25°C.

15 En el modo de realización ilustrado en la figura 1, este dispositivo es una célula de efecto Peltier 52 cuya cara que está destinada a servir de cara fría 53, en la situación de funcionamiento del aparato 10, queda situada en contacto con el tabique 16 y se halla dirigida hacia el interior del compartimento 15a, en tanto que la cara que está destinada a servir de cara caliente 54 queda situada dentro del compartimento 15b.

20 En ciertas configuraciones, en particular para la utilización de disolventes ligeros, es posible establecer un puente térmico entre la cara fría 53 de la célula de efecto Peltier y el segundo recinto 40, con el concurso de un bloque de un material térmicamente conductor, por ejemplo de cobre (no representado en la figura 1).

25 Con objeto de aumentar la eficacia de esta célula, las paredes del compartimento 15a están recubiertas ventajosamente con un material (no representado en la figura 1) apto para procurar un aislamiento térmico de este compartimento, como por ejemplo una espuma de poliuretano.

El compartimento 15b, por su parte, da cabida a:

30 - la bomba aspirante 60, que es preferentemente una bomba volumétrica y cuya función es la de aplicar una subpresión en el interior de los recintos 20 y 40 y, así, permitir que el medio gaseoso penetre en estos recintos, circule por ellos y sea descargado de ellos en un flujo continuo;

- un conducto 65, cuya función es la de descargar el medio gaseoso fuera del maletín 11, para cuyo fin une la bomba aspirante 60 con el exterior del maletín 11 siendo pasante por la pared lateral 17b de este último;

35 - un caudalímetro 61 acoplado a la bomba aspirante 60, que sirve para medir el caudal del flujo gaseoso que atraviesa los recintos 20 y 40;

40 - un contador 62 acoplado al caudalímetro 61, el cual permite, al transformar los valores instantáneos de caudal medidos por este último en valores acumulados, conocer el volumen de medio gaseoso tratado para un periodo de tiempo dado;

- un bloque de ventilación 70, que sirve para descargar fuera del compartimento 15b el calor desprendido en este compartimento por la cara caliente de la célula de efecto Peltier 52;

45 - circuitos electrónicos programados (no representados en la figura 1), que son gestionados por una unidad de control y de gobierno 75 para el mando y la regulación del funcionamiento del aparato 10; y

50 - un sistema de alimentación de energía eléctrica 80, que está destinado a alimentar la célula de efecto Peltier 52, la bomba aspirante 60, el caudalímetro 61, el contador 62, el bloque de ventilación 70, los circuitos electrónicos programados y la unidad central de control y de gobierno 75, sistema de alimentación este que comprende ventajosamente medios que permiten conexionar el aparato a una red eléctrica o a baterías externas, tales como un cable de conexión y, por otra parte, medios del tipo baterías, acumuladores recargables o similares, que lo hacen apto para funcionar de manera autónoma.

55 Se hace referencia ahora a la figura 2, la cual representa, de una manera esquemática, los elementos del aparato 10 presentes en el compartimento 15a, excepción hecha no obstante de la cara fría 53 de la célula de efecto Peltier 52.

60 Hallamos por tanto, en esta figura, el primer recinto 20, el conducto 35 que sirve para hacer llegar el medio gaseoso a este primer recinto, el segundo recinto 40, el conducto 45 que une los dos recintos 20 y 40, así como el conducto 50 que sirve para descargar el medio gaseoso fuera del segundo recinto.

Según es visible en la figura 2, el primer recinto 20 se compone de tres partes, las cuales preferentemente son de sección recta circular y son aptas para ser desarmadas y armadas a voluntad por atornillado. Estas tres partes son, de abajo arriba:

65 • un depósito 21, que configura la parte inferior de este primer recinto y que se rellena, antes de cada operación de extracción-concentración, con un volumen predeterminado del medio líquido seleccionado para realizar esta

operación;

- una cámara de nebulización 23, que configura la parte intermedia de este primer recinto; y

5 • una cúpula de condensación 24, que configura la parte superior de este primer recinto.

El depósito 21, la cámara de nebulización 23 y la cúpula de condensación 24 presentan sendas paredes cilíndricas, respectivamente 21a, 23a y 24a, estando cerrada la pared 21a del depósito 21 por su extremo inferior, en tanto que la pared 24a de la cúpula de condensación 24 está cerrada por su extremo superior.

10 En su parte superior, la pared 21a del depósito 21 está provista de una pestaña interna 25a, que se extiende hacia arriba y cuya superficie externa está provista de una rosca que se ajusta a una rosca situada en la superficie interna de la pared 23a de la cámara de nebulización 23, así como de un reborde externo periférico 25b sobre el que descansa el extremo inferior de la pared 23a de esta cámara. Entre el reborde 25b y el extremo inferior de la pared 15 23a de la cámara de nebulización 23, se ubica una primera junta tórica 26 capacitada para procurar una estanqueidad entre ese depósito y esta cámara.

De manera similar, en su parte inferior, la pared 24a de la cúpula de condensación 24 está provista de una pestaña interna 28a, que se extiende hacia abajo y cuya superficie externa está provista de una rosca que se ajusta a una 20 rosca situada en la superficie interna de la pared 23a de la cámara de nebulización 23, así como de un reborde externo periférico 28b que recubre el extremo superior de la pared 23a de esta cámara. Entre el reborde 28b de la pared 24a de la cúpula de condensación 24 y el extremo inferior de la pared 23a de la cámara de nebulización 23, se ubica una segunda junta tórica 29.

25 El depósito 21 está provisto de un sistema de detección y de determinación 22 parcialmente integrado en el espesor de su pared.

El primer recinto 20 también comprende medios de nebulización que comprenden, por una parte, una tobera de nebulización 31, provista de un orificio 32, cuya función es aumentar la velocidad a la que el medio gaseoso es 30 liberado en la cámara de nebulización 23 respecto a la velocidad de flujo de este medio por el conducto 35 en la situación de funcionamiento del aparato 10 y, por otra, un tubo de nebulización 33 cuya función es hacer llegar y liberar el medio líquido situado en el depósito 21 justo por encima del orificio 32 de la tobera de nebulización 31.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 2, la tobera de nebulización 31 está configurada por una 35 reducción progresiva de la sección del conducto 35.

Así pues, en este ejemplo de realización, este conducto comprende:

- un primer segmento 36 (representado parcialmente en la figura 2), de sección constante, el cual, por una parte, 40 está unido al exterior del maletín 11 y, por otra, atraviesa la pared 23a de la cámara de nebulización 23 y se extiende hasta sensiblemente la parte media de esta cámara; y

- un segundo segmento de forma troncocónica, que se corresponde con la tobera de nebulización 31 y que se 45 extiende verticalmente por la cámara de nebulización 23 en dirección a la cúpula de condensación 24, estando orientado su extremo libre 32 hacia esta cúpula de condensación.

El tubo de nebulización 33, que en cada uno de sus extremos presenta una abertura, 33a y 33b respectivamente, se halla dispuesto verticalmente dentro del primer recinto, al propio tiempo que se halla curvado por su parte superior, de modo que su abertura 33a pueda sumergirse en el medio líquido contenido en el depósito 21 en la situación de 50 funcionamiento del aparato 10, en tanto que su abertura 33b queda situada justo por encima del extremo libre 32 de la tobera de nebulización 31.

La abertura 33b del tubo de nebulización presenta una sección sensiblemente inferior a la que presenta el resto de este tubo, estando destinada esta diferencia de sección a aumentar, en la situación de funcionamiento del 55 aparato 10, la velocidad a la que el medio líquido es liberado por esta abertura respecto a la velocidad a la que este mismo medio líquido fluye por dicho tubo.

Según es visible en la figura 2, el segundo recinto 40 presenta una pared cilíndrica 40a abierta por sus dos 60 extremos.

A nivel de su extremo inferior, la pared 40a está provista de un elemento circular 41, que se extiende por toda la sección interna del segundo recinto 40 y que lleva taladrados una multitud de agujeros, por ejemplo de un diámetro de 2 a 3 mm. Este elemento configura la base del segundo recinto 40, y los agujeros que incorpora se han previsto para dar paso, en la situación de funcionamiento del aparato 10, a la neblina proveniente del primer recinto 20 así 65 como a las gotas que se forman en el segundo recinto 40 por la condensación térmica de esta neblina, al propio tiempo que retiene la guarnición 42 que este segundo recinto contiene.

5 Esta guarnición queda asimismo retenida, en la parte superior del segundo recinto 40, por un filtro 43, de porosidad ventajosamente comprendida entre 0,2 y 0,5 μm , que ofrece una superficie final de condensación para las gotitas de medio líquido eventualmente aún presentes en el medio gaseoso justo antes de que el mismo salga del segundo recinto 40 por el conducto 50.

10 En su parte inferior, el segundo recinto 40 queda alojado y mantenido por atornillado en un bloque de soporte 44, envolvente del conducto 45, conducto este que une, en efecto, la base del segundo recinto 40 con la pared 23a de la cámara de nebulización 23 del primer recinto 20, sensiblemente a la altura del orificio 32 de la tobera de nebulización 31 y de la abertura 33b del tubo de nebulización 33. Entre el extremo inferior de la pared 40a y el bloque de soporte 44 va dispuesta una primera junta tórica 51.

15 El segundo recinto 40 también comprende una tapa 46 que configura la cima de este recinto y que está provista de un orificio 47 por donde queda enlazado el conducto 50 (representado parcialmente en la figura 2) que sirve para descargar el medio gaseoso fuera de dicho recinto.

20 En su parte inferior, la tapa 46 incorpora una pestaña interna 48a que se extiende hacia abajo, cuya superficie externa es portadora de una rosca que se ajusta a una rosca situada en la superficie interna de la pared 40a del segundo recinto 40 y cuyo borde libre toma apoyo en el filtro 43. Esta incorpora asimismo un reborde externo periférico 48b que recubre el extremo superior de la pared 40a del segundo recinto 40. Entre este reborde y dicho extremo va alojada una segunda junta tórica 49.

25 La extracción-concentración de los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos presentes en el medio gaseoso mediante el aparato 10 representado en las figuras 1 y 2 se efectúa de la siguiente manera:

30 Tras haber llenado el depósito 21 con un volumen predeterminado de un medio líquido convenientemente seleccionado en función de los elementos que se desea extraer y concentrar, ensamblado este depósito con la cámara de nebulización 23 y accionado la célula de efecto Peltier 52, se pone en funcionamiento la bomba aspirante 60, lo cual tiene como efecto la aplicación de una subpresión al interior de los recintos primero y segundo 20 y 40 y, con ello, la creación de una aspiración del medio gaseoso desde el exterior del maletín 11 hacia el primer recinto 20 (tal y como se ilustra mediante la flecha f_1 en la figura 2). Por lo tanto, el medio gaseoso penetra en la cámara de nebulización 23 por el conducto 35 en un flujo gaseoso continuo cuyo caudal se gradúa por medio del caudalímetro 61.

35 Por la acción conjugada de la subpresión que reina en el primer recinto 20 y del aumento, mediante la tobera de nebulización 31, de la velocidad a la cual el flujo gaseoso es liberado en la cámara de nebulización 23, el medio líquido contenido en el depósito 21 es aspirado en el tubo de nebulización 33 por efecto Venturi y liberado por la abertura 33b que este tubo incorpora en su parte superior, justo por encima del orificio 32 de la tobera de nebulización 31.

40 Así, en la cámara de nebulización 23 se forma una neblina formada de gotitas finas de medio líquido en suspensión en el medio gaseoso y que permite, por un contacto íntimo y homogéneo entre el medio líquido y el medio gaseoso, que los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos presentes en ese medio gaseoso se disuelvan en el medio líquido y sean así transferidos de dicho medio gaseoso hacia dicho medio líquido.

45 Esta neblina se eleva hacia la cúpula de condensación 24. Parte de esas gotitas se condensan por coalescencia en su contacto con la superficie mojada de la pared de la cúpula de condensación y forman gotas que fluyen por gravedad a lo largo de esta pared y, así, llegan al depósito 21.

50 Simultáneamente, la neblina que no se ha condensado en el primer recinto 20 escapa de este último por el conducto 45, atraviesa el elemento cilíndrico 41 y penetra en el segundo recinto 40, donde las gotitas de medio líquido que la constituyen se condensan en su contacto con la superficie fría de los elementos de guarnición 42 y de la pared 40a de este segundo recinto. Esta condensación se traduce asimismo en la formación de gotas que fluyen por gravedad por el conducto 45, luego a lo largo de la porción de la pared 23 que separa este conducto del depósito 21, y llegan a este depósito.

55 Así, a medida que se nebuliza el medio líquido contenido en el depósito 21, este depósito se alimenta con medio líquido, a la vez por las gotas que se forman en la cúpula de condensación 24 y por las que se forman en el segundo recinto 40, lo cual permite la nebulización en continuo y concentrar progresivamente, en el medio líquido, los elementos gaseosos, líquidos y sólidos presentes inicialmente en el medio gaseoso, y ello tanto tiempo como se desee.

60 El medio gaseoso, por su parte, sale del segundo recinto 40 por el conducto 50 (tal y como se ilustra mediante la flecha f_2 en la figura 2), tras haber atravesado el filtro 43, depurado de los elementos que han sido extraídos y concentrados en el medio líquido y desecado.

65

Para dar fin a la operación de extracción-concentración, basta con parar la bomba aspirante 61, lo cual tiene como efecto inmediato el detener la admisión del medio gaseoso en el primer recinto 20, el efecto Venturi, la aspiración del medio líquido en el tubo de nebulización 33 y la generación de la neblina.

5 Se hace referencia ahora a la figura 3, que representa, en una forma esquemática, una variante de realización de la parte del aparato 10 ilustrada en la figura 2, vista en sección transversal, que está especialmente bien adaptada para la utilización de medios líquidos con respecto a los cuales la pared del primer recinto 20 es susceptible de presentar una escasa mojabilidad.

10 En la figura 3, los elementos que son idénticos a los que se muestran en la figura 2 llevan las mismas referencias que en esta última.

En esta variante de realización, el primer recinto 120 tan sólo se compone de dos partes aptas para ser desarmadas y armadas a voluntad por atornillado. Estas, que presentan preferentemente una sección recta circular, son:

- 15
- un depósito 121, que configura la parte inferior de este primer recinto; y
 - una cámara de nebulización 123, que configura la parte superior del mismo.

20 El depósito 121 presenta una pared 121a que forman un tronco de cono que está cerrada en su extremo inferior por un fondo 151 correspondiente a la sección más pequeña de este tronco de cono y en la que se halla parcialmente integrado un sistema de detección y de determinación 122. La pared 121a está provista, en su parte superior, de una pestaña 152.

25 La cámara de nebulización 123 presenta dos paredes: una pared exterior 123a y una pared interior 123b, que determinan cada una de ellos un tronco de cono y que están cerradas ambas en su extremo superior, correspondiendo este extremo a la sección más pequeña de dichos troncos de cono.

30 Así, la cámara de nebulización 123 está dividida en dos partes: una parte central 153, que está situada en el interior de la pared interior 123b, y una parte periférica 154, que está situada entre esta pared y la pared exterior 123a.

35 Esta última está provista, en su parte inferior, de una pestaña interna 156a, que se extiende hacia abajo y cuya superficie externa está provista de una rosca que se ajusta a una rosca situada en la superficie interna de la pestaña 152 de la que es portadora la pared 121a del depósito 121, así como de un reborde externo periférico 156b que recubre el extremo superior de esta pared 121. Entre este reborde y dicho extremo va dispuesta una junta tórica 157, por ejemplo de teflón®.

40 La pared interior 123b de la cámara de nebulización 123 está provista, en su extremo inferior, de un reborde interno periférico 159, que se extiende radialmente en dirección a la parte central 153 de esta cámara, a suficiente distancia de la sección recta del depósito 121 correspondiente a la superficie ocupada por el medio líquido, cuando este depósito está en situación de máximo llenado, para acondicionar un paso entre las partes central 153 y periférica 154 de la cámara de nebulización 123 en la situación de funcionamiento del aparato 10.

45 En la variante de realización ilustrada en la figura 3, el conducto 35 que sirve para hacer llegar el medio gaseoso al primer recinto 120 comprende dos segmentos:

50

- un primer segmento 136 (representado parcialmente en la figura 3) el cual, por una parte, está unido al exterior del maletín 11 y, por otra, atraviesa la pared 123a de la cámara de nebulización 123 para desembocar por encima de la parte central 153 de esta cámara, y se extiende hasta sensiblemente la parte media de la cámara de nebulización 123; y

55

- un segundo segmento 166, que se extiende verticalmente en dirección al depósito 121, atraviesa la pared interior de la cámara de nebulización 123 para penetrar en la parte central 153 de esta cámara y se remata en una tobera de nebulización 131, que va fijada por atornillado, encaje, salto elástico o cualquier otro medio al extremo libre de este segmento y que está provista de un orificio 132 orientado hacia el depósito.

60 Al igual que en el ejemplo de realización ilustrado en la figura 2, el primer recinto 120 comprende una tobera de nebulización 133 provista en cada uno de sus extremos de una abertura, 133a y 133b, respectivamente. Este tubo se halla dispuesto verticalmente en la parte central 153 de la cámara de nebulización 123, al propio tiempo que está curvado en su parte superior, de modo que su abertura 133a pueda sumergirse en el medio líquido contenido en el depósito 121 en la situación de funcionamiento del aparato, en tanto que su abertura 133b queda situada justo por debajo del orificio 132 de la tobera de nebulización 131. Aquí también, la abertura 133b del tubo de nebulización presenta una sección sensiblemente inferior a la que presenta el resto de este tubo.

65 Según es visible en la figura 3, el primer recinto 120 comprende una rejilla 167 por la que es pasante el tubo de nebulización 133. Esta rejilla, cuyas aberturas miden ventajosamente de 0,05 a 0,5 mm, está destinada a estabilizar

la superficie del medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato, en particular evitando que el flujo gaseoso liberado por el orificio 132 de la tobera de nebulización 131 cree turbulencias en la superficie de este medio líquido.

- 5 Para tal fin, conviene que esta rejilla quede situada unos milímetros por debajo de la superficie del medio líquido y que la distancia que la separa de esta superficie se mantenga constante cuando, tras poner en funcionamiento el aparato 10, esta superficie desciende, a causa de la nebulización. Por lo tanto, la rejilla 167 presenta una sección recta sensiblemente menor que la sección recta del depósito 121 que enrasa con la superficie del medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato 10, y está provista de uno o varios flotadores (no representados en la figura 3) que permiten mantenerla a una distancia constante de la superficie del medio líquido.

10 En la variante de realización representada en la figura 3, el conducto de descarga del medio gaseoso 45 y el segundo recinto 40 son idénticos a los descritos con relación a la figura 2, con la diferencia de que el conducto 45 está enlazado a nivel de la parte superior del primer recinto 120 y no a nivel de su parte intermedia.

15 Para realizar una extracción-concentración de elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos presentes en un medio gaseoso por medio de la variante de realización ilustrada en la figura 3, se procede del mismo modo que se ha descrito anteriormente.

20 Simplemente, en este caso, la neblina se forma en la parte superior de la parte central 153 de la cámara de nebulización 123 del primer recinto 120 y desciende hacia el depósito 121, donde parte de las gotitas de medio líquido que la constituyen se condensan por coalescencia en su contacto con la superficie del medio líquido contenido en este depósito.

25 Simultáneamente, la neblina que no se ha condensado en su contacto con esta superficie escapa a la parte periférica 154 de la cámara de nebulización 123 por el paso existente entre el reborde interno periférico 159 de la pared interior 123b de esta cámara y la superficie del medio líquido contenido en el depósito 121, y luego al segundo recinto 40, por el conducto 45. Las gotas que resultan de la condensación de la neblina en su contacto con la superficie fría de los elementos de la guarnición 42 y de la pared 40a del segundo recinto 40 fluyen por gravedad por el conducto 45, y luego a lo largo de la porción de la pared 123a que separa este conducto del depósito 121 y, así, llegan a este último.

30 Por tanto aquí también, el depósito 121 del primer recinto 120 se alimenta de manera continua con medio líquido, a la vez por las gotas que se forman en la superficie del medio líquido contenido en este depósito y por las que se forman en el segundo recinto 40.

35 Los diferentes componentes del aparato según la invención pueden ser realizados en numerosos materiales, a condición de que esos materiales, por una parte, sean inertes frente a los elementos susceptibles de ser extraídos del medio gaseoso y aptos para resistir a los eventuales efectos corrosivos de estos elementos y de los disolventes orgánicos susceptibles de ser utilizados como medio líquido, cuando se trata de componentes llamados a estar en contacto con el medio gaseoso y el medio líquido y, por otra, resistan las tensiones mecánicas a las que es susceptible de verse sometido dicho aparato, cuando se trata de componentes que desempeñan una función de soporte. Es deseable que, además, estos materiales presenten una masa volúmica poco elevada, a los efectos de que el aparato tenga un peso compatible con su transporte y su manipulación por una sola persona.

45 Así, por ejemplo, los componentes destinados a estar en contacto con el medio gaseoso y con el medio líquido podrán estar realizados en polietileno o politetrafluoroetileno, en tanto que los componentes destinados a desempeñar una función de soporte podrán constituirse a partir de polipropileno o de una aleación a base de aluminio.

50 La invención no queda limitada a los modos de realización que acaban de ser expuestos de manera detallada.

55 Así, por ejemplo, aparte del hecho de que el aparato puede comprender varios recintos de condensación análogos al segundo recinto 40 antes descrito, por ejemplo montados en serie, puede estar provisto asimismo, en el caso en que el primer recinto incorpora una cúpula de condensación, de medios que permiten refrigerar esta cúpula de condensación y, con ello, inducir una condensación de la neblina en el primer recinto, a la vez por coalescencia y por efecto térmico. Esto puede ser especialmente útil cuando la pared de la cúpula de condensación presenta una escasa mojabilidad frente al medio líquido utilizado.

60 El aparato también puede estar equipado con un circuito de refrigeración o con un dispositivo de desecación (por ejemplo, tamiz molecular) que permite deshidratar el medio gaseoso antes de que este penetre en el primer recinto, en orden a despojarlo del vapor de agua que encierra. La presencia de un sistema de este tipo puede resultar ser especialmente útil en el caso en que se desee utilizar el aparato a temperaturas cercanas o inferiores a 0 °C, para evitar que el o los orificios de la tobera de nebulización queden taponados por cristales de hielo.

65 Asimismo, los medios de nebulización no se limitan a los utilizados en los anteriores ejemplos, siendo, por principio,

utilizables en un aparato conforme a la invención todos los dispositivos que permitan generar microgotitas de líquido en presencia de un gas.

Bibliografía

5

[1] US-A-4.208.912

[2] Talbot y col., Journal of Geophysical Research, 95, D6, 7553-7561, 1990

10

[3] Talbot y col., Journal of Geophysical Research, 100, D5, 9335-9343, 1995

[4] Keene y col., Environ. Sci. Technol., 27, 866-874, 1993

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10) para extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos de un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido, por nebulización de ese medio líquido mediante el medio gaseoso y condensación de las gotitas de medio líquido que forman la neblina producida por esta nebulización, comprendiendo dicho aparato:
- un primer recinto (20, 120) para la nebulización y para la condensación de las gotitas por coalescencia sobre una superficie mojada, presentando este primer recinto una parte superior (24, 123) y una parte inferior (21, 121) destinada a contener el medio líquido, y que está provisto de un conducto de admisión del medio gaseoso (35), de medios (31, 33, 131, 133) para nebulizar el medio líquido y de un primer conducto de descarga del medio gaseoso (45);
 - medios de aplicación de subpresión o de sobrepresión (60) al interior del primer recinto, para permitir que el medio gaseoso penetre en este primer recinto, circule por él y sea descargado del mismo, en un flujo continuo; y caracterizándose porque además comprende:
 - al menos un segundo recinto (40) para la condensación de las gotitas por contacto con una superficie fría, estando unido este segundo recinto al conducto de descarga del medio gaseoso (45) del primer recinto y estando provisto de un segundo conducto de descarga del medio gaseoso (50); y
 - medios (52) para refrigerar este segundo recinto.
2. Aparato (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque, teniendo el conducto de admisión del medio gaseoso (35) del primer recinto (20, 120) un primer extremo (35a) situado fuera de este primer recinto y un segundo extremo (35b) alojado en este primer recinto, los medios para nebulizar comprenden:
- una tobera de nebulización (31, 131) que se halla situada a nivel del segundo extremo (35b) de ese conducto y que incorpora al menos un orificio (32, 132); y
 - un tubo de nebulización (33, 133) provisto de dos aberturas (133a, 133b): una primera abertura (133a) que se halla situada en la parte inferior del primer recinto y una segunda abertura (133b) que queda enrasada con el orificio (32, 132) de la tobera de nebulización (31, 131).
3. Aparato (10) según la reivindicación 2, caracterizado porque la tobera de nebulización (31) está configurada por una reducción de la sección del conducto de admisión del medio gaseoso (35) del primer recinto (20).
4. Aparato (10) según la reivindicación 2, caracterizado porque la tobera de nebulización (131) se constituye a partir de una pieza sobrepuesta en el segundo extremo (35b) del conducto de admisión del medio gaseoso (35) del primer recinto (120).
5. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque el orificio (32) de la tobera de nebulización (31) está orientado hacia la parte superior del primer recinto (20), y la segunda abertura (33b) del tubo de nebulización (33) se halla situada inmediatamente por encima de este orificio.
6. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque el primer recinto (20) se compone de tres partes:
- un depósito (21) que configura la parte inferior del primer recinto y que está destinado a contener el medio líquido;
 - una cámara de nebulización (23) que configura la parte intermedia del primer recinto y en la que se alojan el orificio de la tobera de nebulización (32) y la segunda abertura (33b) del tubo de nebulización (31); y
 - una cúpula de condensación (24) que configura la parte superior del primer recinto.
7. Aparato (10) según la reivindicación 6, caracterizado porque, al presentar el segundo recinto (40) una base (41) y una cima (46), el primer conducto de descarga del medio gaseoso (45) es un conducto con un codo que une la cámara de nebulización (23) del primer recinto (20) con la base (41) del segundo recinto.
8. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque el orificio (132) de la tobera de nebulización (131) está orientado hacia la parte inferior del primer recinto (120), y la segunda abertura (133b) del tubo de nebulización (133) se halla situada inmediatamente por debajo de este orificio.
9. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 u 8, caracterizado porque el primer recinto (120) se compone preferentemente de dos partes:

- un depósito (121) que configura la parte inferior de este primer recinto y que está destinado a contener el medio líquido, depósito que tiene un fondo (151) cuya superficie es inferior a una sección recta de este depósito, quedando enrasada esta sección recta con la superficie del medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato; y
- 5 - una cámara de nebulización (123) que configura la parte superior del aparato y en la que se alojan el orificio (132) de la tobera de nebulización (131) y la segunda abertura (133b) del tubo de nebulización (133).
10. Aparato (10) según la reivindicación 9, caracterizado porque el depósito (123) tiene una forma que se va abocinando de abajo hacia arriba.
- 10 11. Aparato (10) según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, caracterizado porque la cámara de nebulización (123) incorpora dos paredes: una pared exterior (123a), en la que queda enlazado el primer conducto de descarga del medio gaseoso (45) y una pared interior (123b), que se halla situada completamente por encima y distante del depósito (121), pared interior esta que divide la cámara de nebulización para configurar una parte central (153) situada en el interior de la pared interior (123b) y una parte periférica (154) situada entre las paredes exterior (123a) e interior (123b), alojándose en dicha parte central la segunda abertura (133b) del tubo de nebulización (133) y el orificio (132) de la tobera de nebulización (131).
- 15 12. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porque, al presentar el segundo recinto (40) una base (41) y una cima (46), el primer conducto de descarga del medio gaseoso (45) es un conducto con un codo que une la cámara de nebulización (123) del primer recinto (120) con la base (41) del segundo recinto.
- 20 13. Aparato (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, caracterizado porque el primer recinto (120) comprende un elemento de estabilización (167) de la superficie del medio líquido, habiéndose previsto este elemento para quedar situado por debajo y a escasa distancia de esta superficie en la situación de funcionamiento del aparato, dando paso al propio tiempo a las gotas procedentes de la condensación de la neblina.
- 25 14. Aparato según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque los medios (52) para refrigerar el segundo recinto (40) son una célula de efecto Peltier.
- 30 15. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque el segundo recinto (40) contiene una guarnición (42).
- 35 16. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque la parte inferior del primer recinto (20, 120) está provista de al menos un sistema (22, 122) para la detección o la determinación de los elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos extraídos del medio gaseoso y concentrados en el medio líquido en la situación de funcionamiento del aparato.
- 40 17. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque la parte inferior (21, 121) del primer recinto (20, 120) es practicable.
- 45 18. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8 ó 12 a 17, caracterizado porque el primer recinto (20, 120) y el segundo recinto (40) son desmontables y porque las partes que los constituyen se hallan, en una configuración ensamblada de estos recintos, enlazadas entre sí de manera estanca.
- 50 19. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque comprende medios de aplicación de subpresión (60) al interior del primer recinto (20, 120) y porque estos medios son una bomba aspirante que está unida al segundo conducto de descarga del medio gaseoso (50).
- 55 20. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque además comprende un sistema de alimentación de energía eléctrica (80) que comprende medios de conexionado a una fuente de energía eléctrica exterior y medios de alimentación de energía eléctrica para su funcionamiento autónomo.
- 60 21. Aparato (10) según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque se materializa en una estructura compacta (11), portátil o arrastrable por una sola persona.
- 65 22. Procedimiento para extraer elementos gaseosos, líquidos y/o sólidos de un medio gaseoso y concentrarlos en un medio líquido, por nebulización de ese medio líquido mediante el medio gaseoso y condensación de las gotitas de medio líquido que forman la neblina producida por esa nebulización, caracterizado porque dichas gotitas se someten a una condensación por coalescencia sobre una superficie mojada y a una condensación por contacto con una superficie fría y porque la nebulización y la condensación por coalescencia sobre una superficie mojada se realizan en un primer recinto, la condensación por contacto con una superficie fría se realiza en un segundo recinto, siendo los recintos primero y segundo diferenciados entre sí pero unidos entre sí.
23. Procedimiento según la reivindicación 22, caracterizado porque la condensación de las gotitas por contacto con una superficie fría se realiza en un recinto refrigerado y contenedor de una guarnición.

24. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 22 y 23, caracterizado porque el medio líquido comprende uno o varios disolventes seleccionados de entre el agua, los disolventes orgánicos y sus mezclas.

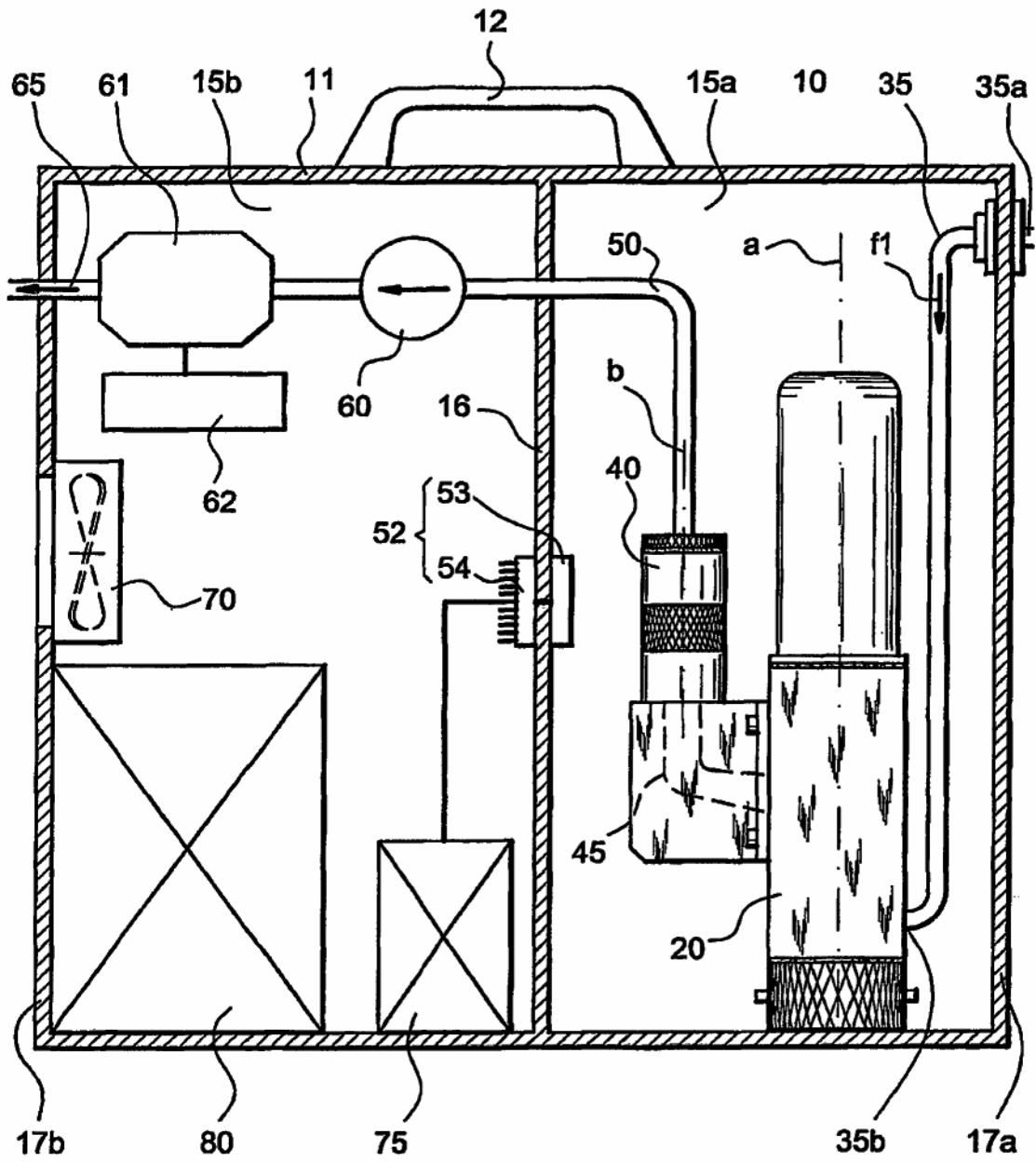


FIG. 1

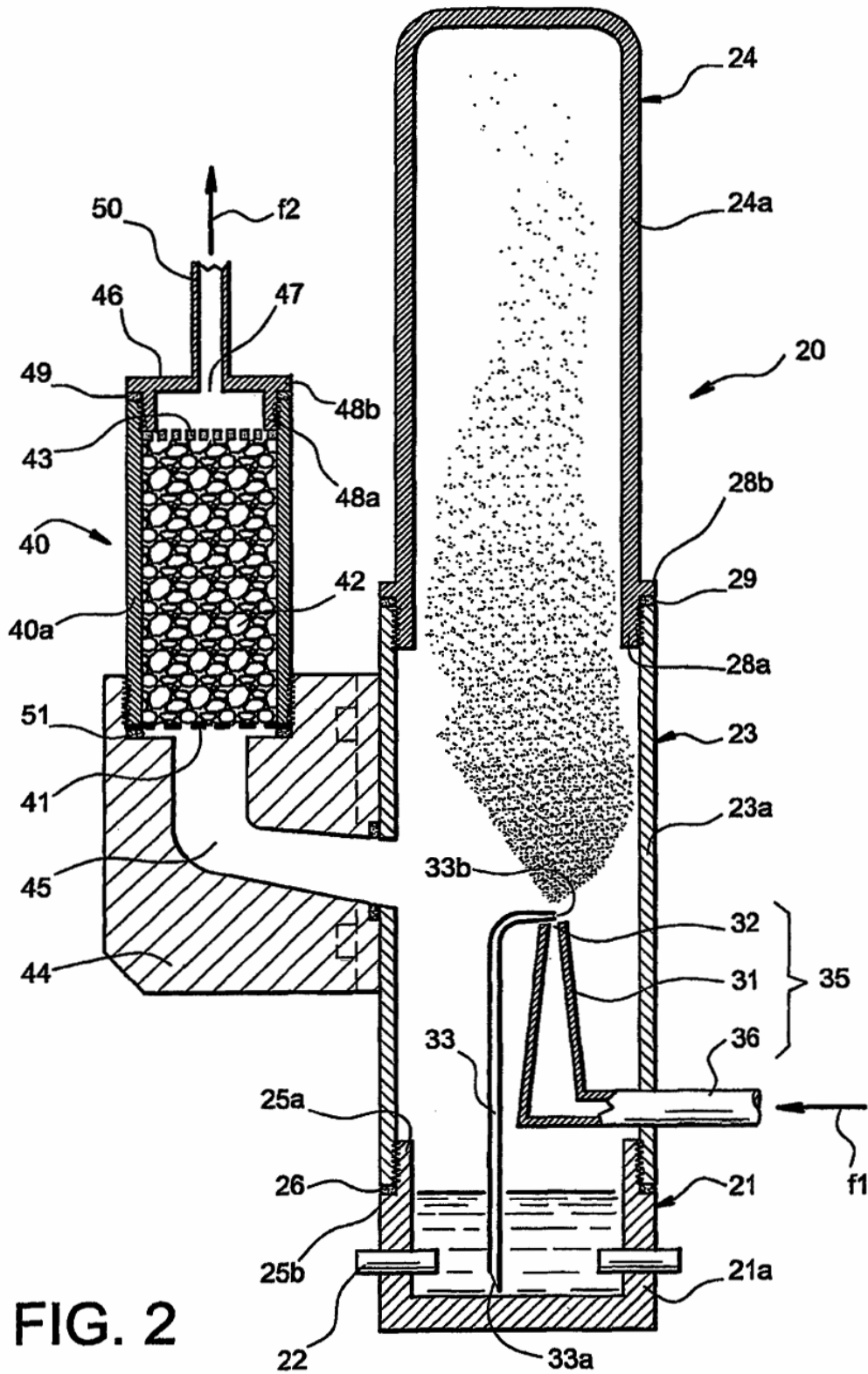


FIG. 2

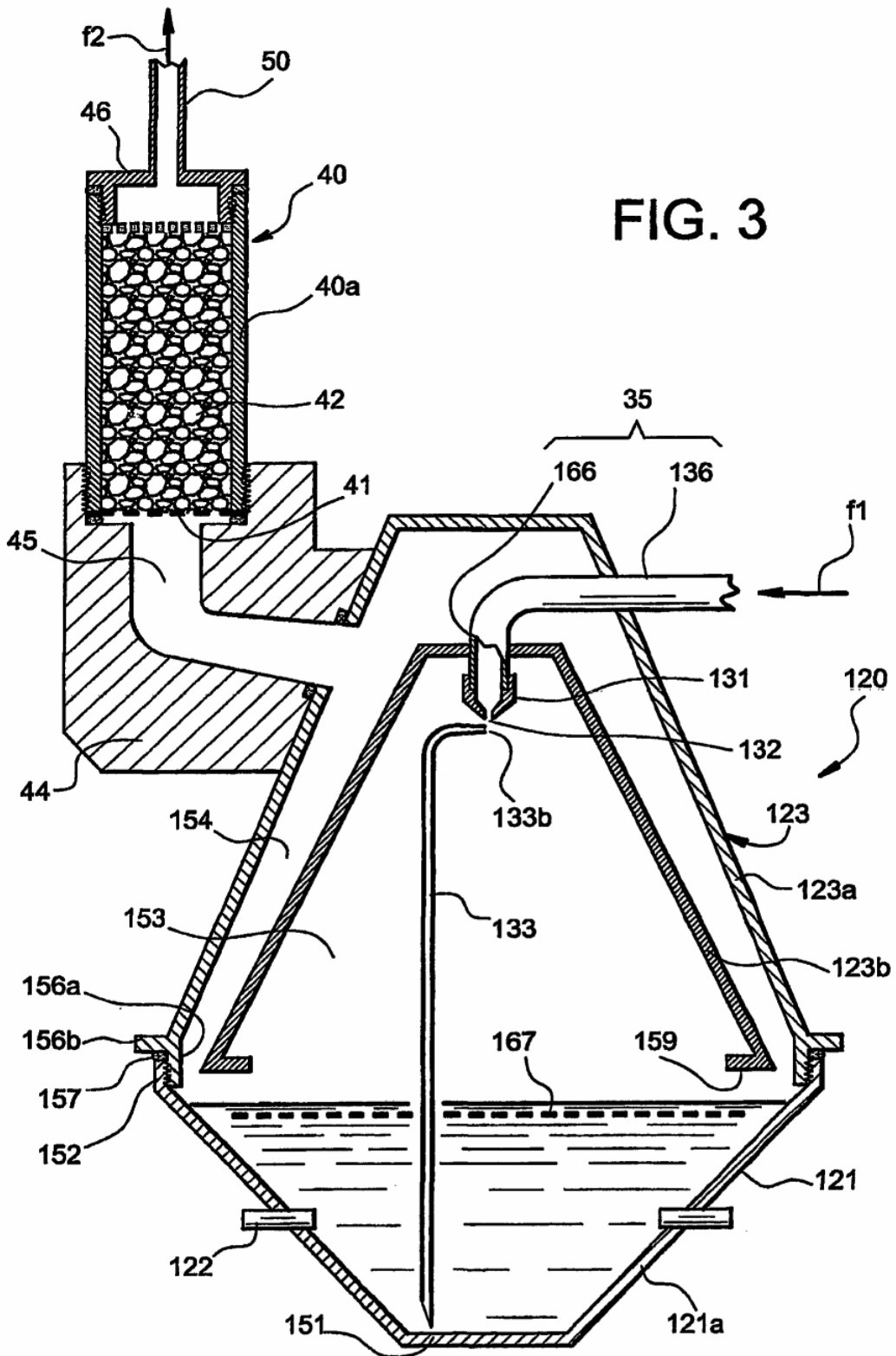


FIG. 3