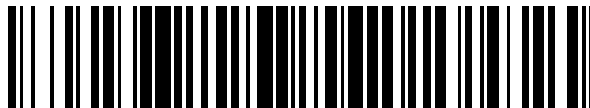


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 777 209**

51 Int. Cl.:

**B01D 53/46** (2006.01)

**H05H 1/00** (2006.01)

**C01B 13/11** (2006.01)

**B01D 53/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.10.2013 PCT/US2013/063542**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO14055922**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2013 E 13844159 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 2903721**

54 Título: **Método y aparato para purgar sustancias no deseadas del aire**

30 Prioridad:

**04.10.2012 US 201261709773 P**  
**11.03.2013 US 201313793145**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.08.2020**

73 Titular/es:

**FIPAK RESEARCH AND DEVELOPMENT  
COMPANY (100.0%)  
388 Newburyport Turnpike  
Rowley, MA 01969, US**

72 Inventor/es:

**HAUVILLE, FRANCOIS y  
HERRY, CEDRIC**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 777 209 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y aparato para purgar sustancias no deseadas del aire

## 5 Campo de la Invención

Esta invención se refiere a dispositivos de tratamiento de aire del tipo que purgan sustancias no deseadas del aire, es decir, a dispositivos de tratamiento de aire que retiran sustancias no deseadas del aire y/o neutralizan sustancias no deseadas en el aire y/o convierten sustancias no deseadas en el aire en sustancias más aceptables.

## 10 Antecedentes de la Invención

Los filtros de aire son utilizados para purgar sustancias no deseadas del aire. A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, los filtros de aire normalmente son utilizados en laboratorios para purgar sustancias no deseadas del aire en campanas extractoras de gases antes de que el aire sea expulsado desde la campana extractora de gases, por ejemplo, a la atmósfera, (en el caso de una campana extractora de gases con conducto) o al aire ambiental (en el caso de campana extractora de gases sin conducto).

15 En la aplicación de laboratorio observada anteriormente, el filtro de aire típicamente utiliza gránulos de carbón activado para purgar sustancias no deseadas del aire. Los gránulos de carbón activado son generalmente preferidos para utilizar en filtros de aire debido a que los granos de carbón activado son muy efectivos en la purga de solventes del aire. Además, el uso de gránulos de carbón activado es generalmente muy ventajoso, dado que los granos de carbón activado se manipulan fácilmente, y dado que se empaquetan de forma natural en un recinto con espacios entre los mismos, de manera que proporcionan elevado contacto de área superficial con excelente flujo de aire. Típicamente, los gránulos de carbón activado están dispuestos en un bastidor de filtro sencillo, capturados entre dos pantallas opuestas (por ejemplo mallas, rejillas, etc.) que dejan pasar el aire a través de las mismas pero que retienen los gránulos de carbón activado entre las mismas.

20 Aunque los gránulos de carbón activado son extremadamente efectivos en el purgado de solventes del aire, son enormemente inefectivos en el purgado de ácidos del aire. Como resultado, cuando pueden ser utilizados ácidos dentro de una campana extractora de gases, deben ser añadidos aditivos especiales (por ejemplo, metales de tierras raras, catalizadores de metal orgánicos, etc.) a los gránulos de carbón activado con el fin de purgar los ácidos del aire. Sin embargo, estos aditivos tienden a reducir el área superficial efectiva de los gránulos de carbón activado, reduciendo con ello la capacidad de filtro. Además, estos aditivos de purgado de ácido solo son de forma general modestamente efectivos en el purgado de ácidos del aire, y en muchos casos pueden incluir materiales relativamente tóxicos que pueden ser liberados en el aire por el flujo del aire a través del filtro.

30 De este modo se observará que la incorporación de aditivos de purgado de ácido con los gránulos de carbón activado da lugar a un filtro de aire con eficiencia reducida para purgar solventes y que solo tiene una efectividad modesta en la purga de ácidos.

40 Además, el documento EP 1 738 817 A1 describe un dispositivo para tratar gas mediante catálisis, que comprende al menos un soporte catalítico para tener un paso de flujo de gas a través del mismo y electrodos que generan un plasma de descarga, en donde la zona de generación de plasma comprende una primera serie de electrodos rectilíneos y una segunda serie de electrodos rectilíneos de polaridad opuesta, dispuestos alternativamente en dicha zona de generación de plasma, estando dispuesta dicha zona regeneración de plasma aguas arriba de dicho soporte catalítico en la dirección del flujo gaseoso y adyacente a dicho soporte catalítico. Las dos series de electrodos rectilíneos están alternativamente entrelazadas, de tal manera que cada electrodo rectilíneo interior de una serie está flanqueado por todos electrodos rectilíneos de las otra serie.

50 El documento WO 2006/060417 A2 describe un ventilador extractor que ventila un ambiente localizado de un edificio, comprendiendo el ventilador extractor un pasaje y al menos un aparato de descarga de corona. El pasaje se extiende entre una entrada situada en el ambiente localizado y una salida, y el aparato de descarga de corona está situado en una relación tal con el pasaje que un fluido procedente en el ambiente localizado a la salida necesita pasar a través del aparato de descarga de corona. Dado que los dos electrodos del aparato de descarga de corona están desplazados en una dirección axial a lo largo de la trayectoria de fluido, existe solo una única cámara de reacción de tal reactor de plasma.

55 De este modo, existe la necesidad de un filtro de aire nuevo y mejorado que sea altamente efectivo en el purgado tanto de solventes, como de ácidos procedentes del aire y que trabaje con elevada eficiencia sin utilizar aditivos tóxicos.

## 60 Compendio de la Invención

Estos y otros objetivos de la presente invención están dirigidos a la provisión y utilización de un filtro de aire novedoso que comprende al menos dos etapas.

65 Se describe un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:

- una etapa de purgado de ácido; y
- una etapa de purgado de solvente.

5 También se describe un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:

- una etapa de purgado de ácido, en donde la etapa de purgado de ácido comprende un esqueleto permeable al aire que tiene una sustancia de neutralización de ácidos montada en el mismo, en donde el esqueleto permeable al aire comprende fibras de fibra de vidrio y la sustancia de neutralización de ácidos comprende bicarbonato de sodio, y en donde además el bicarbonato de sodio está asegurado a las fibras de fibra de vidrio utilizando un adhesivo; y
- una etapa de purgado de solventes, en donde la etapa de purgado de solventes comprende gránulos de purgado de solventes capturados entre en dos pantallas permeables al aire, y en donde además los gránulos de purgado de solvente comprenden gránulos de carbón activado.

15

También se describe un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:

- una etapa de purgado de ácidos, en donde la etapa de purgado de ácidos comprende un esqueleto permeable al aire que tiene una sustancia de neutralización de ácidos montada en el mismo, en donde el esqueleto permeable al aire comprende espuma de poliuretano de celda abierta y la sustancia de neutralización de ácidos comprende bicarbonato de sodio, y en donde además el bicarbonato de sodio está asegurado a la espuma de poliuretano de celda abierta utilizando un adhesivo; y
- una etapa de purgado de solvente, en donde la etapa de purgado de solvente comprende gránulos de purgado de solvente capturados entre dos pantallas permeables al aire, y en donde además los gránulos de purgado de solvente comprenden gránulos de carbón activado.

20

También se describe un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

- proporcionar un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:
  - una etapa de purgado de ácidos; y
  - una etapa de purgado de solvente; y
- hacer pasar el aire que va a ser filtrado a través del filtro de aire, de manera que se purgan las sustancias no deseadas del aire.

30

35

También se describe un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

- proporcionar un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:
  - una etapa de purgado de ácidos, en donde la etapa de purgado de ácidos comprende un esqueleto permeable al aire que tiene una sustancia de neutralización de ácidos montada en el mismo, en donde el esqueleto permeable al aire comprende fibras de fibra de vidrio y la sustancia de neutralización de ácidos comprende bicarbonato de sodio, y en donde además el bicarbonato de sodio está asegurado a las fibras de fibra de vidrio utilizando un adhesivo; y
  - una capa de purgado de solventes, en donde la etapa de purgado de solventes comprende gránulos de purgado de solventes capturados entre dos pantallas permeables al aire, y en donde además los gránulos de purgado de solventes comprenden gránulos de carbón activado; y
- hacer pasar el aire que va a ser filtrado a través del filtro del aire, de manera que es se purgan las sustancias no deseadas del aire.

40

45

50

Se describe también un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

- proporcionar un filtro de aire para purgar sustancia no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:
  - una etapa de purgado de ácidos, en donde la etapa de purgado de ácidos comprende un esqueleto permeable al aire que tiene una sustancia de neutralización de ácidos montada en el mismo, en donde el esqueleto permeable al aire comprende espuma de poliuretano de celda abierta y la sustancia de neutralización de ácidos comprende bicarbonato de sodio, y en donde además el bicarbonato de sodio está asegurado a la espuma de poliuretano de celda abierta utilizando un adhesivo; y
  - una etapa de purgado de solventes, en donde la capa de purgado de solventes comprende gránulos de purgado de solventes capturados entre dos pantallas permeables al aire, y en donde además los gránulos de purgado de solventes comprenden gránulos de carbón activado; y

60

65

- hacer pasar el aire que va a ser filtrado a través del filtro de aire, de manera que se purgan las sustancias no deseadas del aire.

También se describe un filtro de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el filtro de aire:

5

- un medio de filtración; y
- al menos un reactivo unido al medio de filtración.

Se describe también un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

10

- proporcionar un filtro de aire que comprende:
  - un medio de filtración; y
  - al menos un reactivo unido al medio de filtración; y

15

- hacer pasar el aire que va a ser filtrado a través del filtro de aire para purgar las sustancias no deseadas del aire.

De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato que comprende:

20

- una campana extractora de gases; y
- un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire de escape de la campana extractora de gases, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire:

25

- una etapa del reactor de plasma no térmico para producir productos derivados del aire que comprenden O, N, OH, y O<sub>3</sub> e introducir esos productos derivados del aire en el aire de escape de la campana extractora de gases, de manera que se trata el aire escape de la campana extractora de gases, en donde la etapa de reactor de plasma no térmico comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico, en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define un área de trabajo efectiva de la etapa del reactor de plasma no térmico, y en donde cada reactor de plasma no térmico comprende

30

- (i) o bien un electrodo de cable que está dispuesto coaxial con, e interno con respecto a, un electrodo de cilindro, con o sin un tubo dieléctrico entre ambos electrodos,
- (ii) o bien un electrodo de cable y un electrodo de placa, estando el electrodo de cable separado de, o montado en, el electrodo de placa mediante una placa dieléctrica,
- (iii) o bien un primer electrodo de placa y un segundo electrodo de placa, estando el primer electrodo de placa separado del segundo electrodo de placa por una placa dieléctrica,

35

40

y

- una etapa de catalizador aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico para tratar de forma adicional el aire aguas abajo de la etapa del reactor de plasma no térmico.

45

De acuerdo con la invención, se proporciona un método que comprende:

- proporcionar un aparato que comprende:

50

- una campana extractora de gases; y
- un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire de escape de la campana extractora de gases, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire:

55

- una etapa de reactor de plasma no térmico para proporcionar productos derivados del aire que comprenden O, N, OH, y O<sub>3</sub> e introducir esos productos derivados del aire en el aire de escape de la campana extractora de gases, de manera que se trata del aire de escape de la campana extractora de gases, en donde la etapa de reactor de plasma no térmico comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico, en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define el área de trabajo efectiva de la etapa de reactor de plasma no térmico, y donde el reactor de plasma no térmico comprende

60

- (i) o bien un electrodo de cable que está dispuesto coaxial con, e interno con respecto a, un electrodo de cilindro con o sin un tubo dieléctrico entre ambos electrodos,
- (ii) o bien un electrodo de cable y un electrodo de placa, estando el electrodo de cable

65

separado de, o montado en, el electrodo de placa mediante una placa dieléctrica, (iii) o bien un primer electrodo de placa y un segundo electrodo de placa, estando el primer electrodo de placa separado del segundo electrodo de placa mediante una placa dieléctrica,

5 y  
- una etapa del catalizador aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico para tratar adicionalmente el aire aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico; y

10 - operar la campana extractora de gases, que incluye hacer pasar el aire de escape de la campana extractora de gases a través del dispositivo de tratamiento de aire.

Se describe también un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire novedoso:

15 - una etapa de reactor de plasma no térmico; y  
- una etapa de catalizador, en donde la etapa de catalizador comprende MnO<sub>2</sub>.

Se describe también un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

20 - proporcionar un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire:

25 - una etapa de reactor de plasma no térmico; y  
- una etapa de catalizador, en donde la etapa de catalizador comprende MnO<sub>2</sub>; y

- hacer pasar el aire a través del dispositivo de tratamiento de aire.

30 Se describe también un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire:

35 - una etapa de reactor de plasma no térmico, en donde en la etapa de reactor de plasma no térmico comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico, en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define el área de trabajo efectiva de la etapa de reactor de plasma no térmico; y  
- una etapa de catalizador.

Se describe también un método para purgar sustancias no deseadas, comprendiendo el método:

40 - proporcionar un dispositivo de tratamiento de aire que comprende:  
45 - una etapa de reactor de plasma no térmico, en donde la etapa del reactor de plasma no térmico comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico, en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define el área de trabajo efectiva de la etapa del reactor de plasma no térmico; y  
- una etapa de catalizador; y

50 - hacer pasar aire a través del dispositivo de tratamiento de aire.

Se describe también un dispositivo de tratamiento de aire para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire:

55 - un pasaje de tratamiento que tiene un extremo aguas arriba para admitir el aire que va a ser tratado y un extremo aguas abajo para descargar el aire que ha sido tratado;  
- un pasaje lateral que comunica con el pasaje de tratamiento de aire intermedio el extremo de aguas arriba del pasaje de tratamiento y el extremo aguas abajo del pasaje de tratamiento;  
60 - una etapa de reactor de plasma no térmico que comunica con el pasaje lateral para producir productos derivados del aire que comprenden O, O<sub>3</sub> y OH- e introducir esos productos derivados del aire en el pasaje de tratamiento; y  
- una etapa de catalizador dispuesta dentro del pasaje de tratamiento aguas abajo del pasaje lateral.

Se describe también un método para purgar sustancias no deseadas del aire, comprendiendo el método:

65

- proporcionar un dispositivo de tratamiento de aire que comprende: un pasaje de tratamiento que tiene un extremo aguas arriba para admitir el aire que va a ser tratado y un extremo aguas abajo para descargar el aire que ha sido tratado;
- un pasaje lateral que comunica con el pasaje de tratamiento intermedio del extremo aguas arriba del pasaje de tratamiento y del extremo aguas abajo del pasaje de tratamiento;
- una etapa de reactor de plasma no térmico que comunica el pasaje lateral para producir productos derivados que comprenden O, O<sub>3</sub> y OH e introducir esos productos derivados en el pasaje de tratamiento; y
- una etapa de catalizador dispuesta dentro del pasaje de tratamiento aguas abajo del pasaje lateral; y
- hacer pasar el aire a través del dispositivo de tratamiento de aire.

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros objetivos y características de la presente invención se describirán o se presentarán de forma más completa y evidente mediante la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas de dispositivos para purgar sustancias no deseadas del aire, que van a ser considerados junto con los dibujos adjuntos, en los que mismos números de referencia se refieren a partes iguales, y en los que además:

- La Fig. 1 es una vista esquemática que muestra un filtro de aire;
- La Fig. 1A es una vista esquemática que muestra otro filtro de aire;
- Las Figs. 2-4 son vistas esquemáticas que muestran cómo se puede fabricar la etapa de purgado de ácidos del filtro de aire de la Fig. 1;
- La Fig. 5 es una vista esquemática que muestra detalles adicionales de la capa de purgado de solventes del filtro de aire de las Figs. 1 y 1A;
- La Fig. 5A es una vista esquemática que muestra una campana extractora de gases sin conducto a modo de ejemplo con la que se pueden utilizar los dispositivos de tratamiento de aire novedosos de la presente invención;
- La Fig. 6 es una fotografía que muestra una pieza de espuma de poliuretano (PU) de celda abierta antes de la impregnación con cristales de ácido cítrico granulares;
- La Fig. 7 es una fotografía de una pieza de espuma de poliuretano (PU) de celda abierta después de que la espuma de poliuretano (PU) de celda abierta haya sido impregnada con cristales de ácido cítrico granulares, formando con ello un filtro para purgar del aire amoníaco y/o otros productos químicos objetivos;
- La Fig. 8 es una vista esquemática que muestra el aparato novedoso para purgar sustancias no deseadas del aire, en donde el aparato novedoso comprende un dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas que comprende una etapa del reactor de plasma no térmico seguida de una etapa de catalizador;
- Las Figs. 9 y 10 son vistas esquemáticas de un dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas novedoso que comprende una etapa de reactor de plasma no térmico, seguida de una etapa de catalizador;
- Las Figs. 11 y 12 son vistas esquemáticas que muestran una unidad de reactor de plasma no térmico del tipo que puede ser utilizada en el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas novedoso de las Figs. 9 y 10;
- Las Figs. 13 y 14 son vistas esquemáticas que muestran dos formas diferentes de hacer funcionar la unidad de reactor de plasma no térmico de las Figs. 11 y 12;
- La Fig. 15 es una vista esquemática que muestra una forma alternativa del aparato para purgar sustancias no deseadas del aire, en donde el aparato novedoso comprende un dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas novedoso que comprende una etapa de reactor de plasma no térmico seguida de una etapa de catalizador;
- Las Figs. 16 y 17 son vistas esquemáticas que muestran formas alternativas de unidades de reactor de plasma no térmico que pueden ser utilizadas con el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas novedoso de la presente invención; y
- La Fig. 20 es una vista esquemática que muestra una forma alternativa de etapa del reactor de plasma no térmico.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

1. Filtro de aire que comprende una etapa de purgado de ácidos y una etapa de purgado de solventes.

1.1 General

La presente invención proporciona un nuevo filtro de aire mejorado que es efectivo en el purgado tanto de solventes como de ácidos del aire con una elevada eficiencia. Para este fin, y observando ahora las Figs. 1 y 1A, se muestra un filtro de aire novedoso 5. El filtro de aire 5 generalmente comprende dos etapas, una etapa de purgado de ácidos 10 seguida de una etapa de purgado de solventes 15.

La etapa de purgado de ácidos 10 generalmente comprende un esqueleto permeable al aire 20 (véase, por ejemplo, la Fig. 4) que tiene una sustancia de neutralización de ácidos 25 (véase, por ejemplo, la Fig. 4) montada en el mismo. Observando ahora la Fig. 1, la etapa de purgado de ácidos 10 comprende fibras (por ejemplo, fibras de fibra de vidrio) que tienen el bicarbonato de sodio adheridas a las mismas. Observando ahora la Fig. 1A, la etapa de purgado de ácidos 10 comprende una espuma de celda abierta (por ejemplo, espuma de poliuretano de celda abierta) con bicarbonato de sodio adherido a la misma.

La etapa de purgado de solventes 15 generalmente comprende gránulos del purgado de solventes 30 (véase, por ejemplo, la Fig. 5) empaquetados entre dos pantallas opuestas permeables al aire (por ejemplo, mallas, rejillas, etc.) 35. En una forma preferida, los gránulos de purgado de solventes comprenden gránulos de carbón activado.

5 Como resultado de esta construcción, cuando el aire es hecho pasar a través del filtro de aire 5, el aire primero pasa a través de la etapa del purgado de ácidos 10, en donde la sustancia de neutralización de ácidos 25 (por ejemplo, bicarbonato de sodio) neutraliza de forma efectiva cualesquiera ácidos que pudieran estar presentes en el aire. Después, el aire pasa a través de la etapa de purgado de solventes 15, en donde los gránulos de purgado de solventes 30 (por ejemplo, gránulos de carbón activado) purgan cualesquiera solventes que puedan estar presentes en el aire.

#### 1.2 Etapa de purgado de ácidos

15 Observando a continuación las Figs. 1, 1A y 2-4, la etapa de purgado de ácidos 10 generalmente comprende un esqueleto permeable al aire 20 (por ejemplo, fibras, espuma de celda abierta, etc.) que tiene una sustancia de neutralización de ácidos 25 (por ejemplo, bicarbonato de sodio) montada en el mismo.

20 Observando ahora la Fig. 1, la etapa de purgado de ácidos 10 comprende fibras de fibra de vidrio que tienen bicarbonato de sodio adheridas a las mismas. El bicarbonato de sodio es extremadamente efectivo en la neutralización de ácidos, y es relativamente económico, pero su consistencia como polvo hace difícil que se utilice en un filtro de aire, en donde se requiere un elevado contacto de área de superficie. La presente invención resuelve esta dificultad, hace que resulte práctico utilizar bicarbonato de sodio en un filtro de aire, proporcionando un método nuevo y mejorado para soportar el bicarbonato de sodio en una etapa de purgado de ácidos.

25 De forma más particular, y observando ahora la Fig. 2, la etapa de purgado de ácidos 10 preferiblemente comprende una masa permeable al aire de fibras de fibra de vidrio que juntas crean el esqueleto permeable al aire 20. Estas fibras de fibra de vidrio son altamente resistentes a los ácidos y a las bases, y el aire pasa fácilmente a través de ellas con pérdidas de presión nominales. Observando ahora la Fig. 3, las fibras de fibra de vidrio están revestidas de un adhesivo 40. Después, y observando ahora la Fig. 4, el polvo de bicarbonato de sodio es depositado sobre las fibras de fibra de vidrio, uniendo el adhesivo 40 el polvo de bicarbonato de sodio con las fibras de fibra de vidrio.

30 De este modo, se observará que el bicarbonato de sodio está intercalado a través de, y se adhiere a, el esqueleto permeable al aire 20, de manera que el aire que pasa a través del mismo produce un excelente contacto de área de superficie con el bicarbonato de sodio, con lo cual el bicarbonato de sodio puede neutralizar los ácidos en el aire.

35 Si se desea, la etapa de purgado de ácidos 10 puede comprender un esqueleto permeable al aire 20 fabricado con una estructura y/o un material distinto de, o además de, fibras de fibra de vidrio (por ejemplo, fibras de poliuretano, una espuma de celda abierta, etc.) y/o la etapa de purgado de ácidos 10 puede comprender una sustancia de neutralización de ácidos 25 distinta de, o además de, bicarbonato de sodio (por ejemplo, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, carbonato de sodio, carbonato de calcio, bicarbonato de calcio, hidróxido de calcio, etc.).

40 Observando ahora la Fig. 1A, la etapa de purgado de ácidos 10 puede comprender una espuma de celda abierta con una sustancia de neutralización de ácidos adherida a la misma. A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, la etapa de purgado de ácidos 10 comprende preferiblemente espuma de poliuretano de celda abierta (que tiene preferiblemente unas características de poro de 20 PPI, es decir, 20 poros por pulgada (o por cada 25,4 mm)), que tiene adherido bicarbonato de sodio en la misma. Esta espuma de poliuretano de celda abierta es altamente resistente a una amplia gama de ácidos y bases, y el aire pasa fácilmente a través de la misma con pérdida de presión nominal.

#### 1.3 Etapa de purgado de solventes.

50 Observando ahora la Fig. 5, la etapa de purgado de solventes 15 generalmente comprende gránulos de purgado de solventes 30 empaquetados entre dos pantallas opuestas permeables al aire (por ejemplo, mallas, rejillas, etc.) 35. En una forma preferida de la invención, los gránulos de purgado de solventes comprenden gránulos de carbón activado capturados entre dos pantallas opuestas permeables al aire (por ejemplo, mallas, rejillas, etc.) a través de las cuales pasa el aire, pero que retienen los gránulos de carbón activado entre las mismas.

#### 1.4 Construcción de dos etapas

60 Volviendo de nuevo a la Fig. 1, se observará que el filtro de aire novedoso 5 comprende un bastidor de filtro 45 que tiene montado en el mismo dos etapas de filtro, es decir, la etapa de purgado de ácidos 10 seguida de la etapa de purgado de solventes 15. El bastidor de filtro 45 está dimensionado y configurado para el montaje apropiado en la campana de extracción de gases, por ejemplo, una campana de extracción de gases sin conducto tal como la mostrada en la Fig. 5A. En otras palabras, el "factor de forma" (anchura x altura x longitud) del bastidor de filtro 45 es compatible con la campana de extracción de gases con la que va a ser utilizado. Entre otras cosas, el bastidor de filtro 45 tiene una sección transversal (es decir, anchura x altura) que es igual al área del flujo de aire que va a ser tratado por el filtro de aire 5. La etapa de purgado de ácidos 10 comprende el esqueleto permeable al aire 20 (preferiblemente fibras de fibra de vidrio o una espuma de poliuretano de celda abierta) que tiene la sustancia de

neutralización de ácidos 25 (preferiblemente bicarbonato de sodio) montada en el mismo. La etapa de purgado de solventes 15 comprende los gránulos de purgado de solventes 30 (preferiblemente gránulos de carbón activado). Como resultado de esta construcción, cuando el aire (por ejemplo, procedente de una campana de extracción de gases sin conducto) es hecho pasar a través del filtro de aire 5, el aire primero pasa a través de la etapa de purgado de ácidos 10, en donde la sustancia de neutralización de ácidos 25 (por ejemplo, bicarbonato de sodio) neutraliza los ácidos que pueden estar presentes en el aire. Después, el aire pasa a través de la etapa de purgado de solventes 15, en donde los gránulos de purgado de solventes 30 (por ejemplo gránulos de carbón activado) purgan los solventes que puedan estar presentes en el aire. De este modo, el filtro de aire novedoso es capaz de purgar tanto ácidos como solventes del aire que pasa a través del filtro.

De manera significativa, la construcción anterior proporciona sustanciales ventajas sobre la técnica anterior, dado que separa la operación de purgado de ácidos de la operación de purgado de solventes, formado cada operación en una etapa separada de un único bastidor de filtro, permitiendo con ello que cada operación sea optimizada para su propia finalidad particular sin detrimento de la otra operación.

Más concretamente, la etapa de purgado de ácidos es optimizada, preferiblemente, utilizando bicarbonato de sodio altamente efectivo y relativamente económico, soportado sobre una estructura de esqueleto permeable al aire (por ejemplo, fibras de fibra de vidrio, una espuma de poliuretano de celda abierta, etc.) 20, para neutralizar los ácidos. En este sentido, se ha de apreciar que el bicarbonato de sodio es significativamente más efectivo en la neutralización de ácidos procedentes del aire que los metales de tierras raras y los catalizadores de metal orgánicos tradicionalmente utilizados en filtros de aire para purgar ácidos del aire.

De manera significativa, el uso de bicarbonato de sodio en el filtro del aire elimina también los problemas de toxicidad que pueden estar presentes cuando se utilizan metales de tierra raras y catalizadores de metal orgánicos de la técnica anterior.

Además, la etapa de purgado de solventes es optimizada, preferiblemente utilizando gránulos de carbón activado altamente efectivos para purgar solventes del aire, pero sin añadir los metales de tierras raras y los catalizadores de metal orgánicos que purgan los ácidos anteriormente mencionados que pueden reducir la capacidad de purgado de solventes del mismo.

#### 1.5 Inversión del orden de las etapas

En la descripción anterior, la etapa de purgado de ácidos 10 precede a la etapa de purgado de solventes 15 en el flujo de aire, es decir el aire que se mueve a través del filtro de aire se mueve a través de la etapa de purgado de ácidos 10 antes de que se mueva a través de la etapa de purgado de solventes 15. Sin embargo, se apreciará que, si se desea, la etapa del purgado de ácidos puede seguir a la etapa de purgado de solventes, es decir, el aire que se mueve a través del filtro de aire se puede mover a través de la etapa de purgado de solventes antes de que se mueva a través de la etapa de purgado de ácidos.

#### 1.6 Aspectos adicionales del filtro de aire novedoso que comprende una etapa de purgado de ácidos y una etapa de purgado de solventes

De este modo, se observará que la construcción anteriormente mencionada es única en un cierto número de formas, que incluyen (i) la construcción compuesta de dos etapas del filtro de aire, que combina una etapa de purgado de ácidos con una etapa de purgado de solventes, (ii) el uso de bicarbonato de sodio en un filtro de aire, y (iii) la manera en la que el bicarbonato de sodio es soportado dentro de filtro de aire (por ejemplo, en un esqueleto permeable al aire, tal como fibras de fibra de vidrio, espuma de poliuretano de celda abierta, etc.). Además, el filtro purga los ácidos del aire sin necesitar el uso de aditivos tóxicos (por ejemplo, metales de tierras raras, catalizadores de metal, etc.).

Y la construcción anteriormente mencionada purga los ácidos no deseados del aire sin disminuir la capacidad de filtro de aire para purgar solventes del aire.

También, la construcción anteriormente mencionada utiliza una sustancia de purgado de ácidos económica (por ejemplo, bicarbonato de sodio) para purgar ácidos del aire.

Adicionalmente, la construcción anteriormente mencionada proporciona la unión de polvos de purgado de ácidos con las fibras y/o con la espuma de celda abierta, lo que puede ser industrializado de una manera económica.

Y la construcción anteriormente mencionada proporciona un filtro de aire novedoso que es particularmente ventajoso para filtrar el aire en campanas de extracción de gases (sin conducto y/o con conducto).

Todavía otra ventaja el filtro del aire anteriormente mencionado resultará evidente para los expertos en la técnica a la vista de la presente descripción.



## 2. Purgado del aire del amoníaco y/o de otros productos químicos objetivo

### 2.1 Dificultades con el purgado de amoníaco y/o de otros compuestos químicos objetivo del aire utilizando filtros de gránulos de carbón activado impregnado

El amoníaco es uno de los productos químicos más problemáticos presentes en el laboratorio. Entre otras cosas, el amoníaco es altamente volátil, tiene un límite olfativo muy bajo, es altamente perjudicial para la salud humana. Al mismo tiempo, el amoníaco es uno de los 12 compuestos químicos más comunes encontrados en un laboratorio. Por esta razón, es importante que existan métodos y aparatos efectivos para proteger al personal de laboratorio (por ejemplo, químicos, etc.) de los efectos nocivos del amoníaco.

Como se ha observado anteriormente, debido a las propiedades nocivas del amoníaco, es importante proteger al personal de laboratorio de la exposición respiratoria al amoníaco. Para este fin, normalmente se utilizan campanas de extracción de gases de filtración por el personal del laboratorio para protegerse del amoníaco. En una campana de extracción de gases de filtración (también conocida como una campana de extracción de gases de recirculación y/o como una campana de extracción de gases de filtración y/o como una campana de extracción de gases sin conducto), son comúnmente utilizados filtros de gránulos de carbón activado impregnados (diseñados para este uso específico) para atrapar los vapores de amoníaco. Más concretamente, con estos filtros de gránulos de carbón activado, los gránulos de carbón activado están impregnados con un producto químico específicamente elegido para su reacción con el amoníaco (por ejemplo, ácido sulfúrico,  $ZnCl_2$ , etc.). Es necesario impregnar los gránulos de carbón activado con un reactivo de purgado de amoníaco debido a que los gránulos de carbón activado "clásicos" (es decir, no impregnados) no eliminan de forma eficiente el amoníaco del aire. Por lo tanto es necesario impregnar los gránulos de carbón activado con un reactivo de purgado de amoníaco para atraer y neutralizar los vapores de amoníaco.

Un aspecto de esta tecnología de la técnica anterior de filtros de gránulos de carbón activado impregnados es que las propiedades combinadas de los gránulos de carbón activado y el reactivo de purgado de amoníaco impregnado en los gránulos de carbón activado, permiten la neutralización de una pequeña concentración de amoníaco por cantidad de gránulos de carbón activado impregnados, con una elevada eficiencia (es decir mayor del 99 %, si el filtro está correctamente diseñado). Sin embargo, uno de los límites de esta tecnología de la técnica anterior de filtros de gránulos de carbón activado impregnados es que el producto químico (es decir, el reactivo de purgado de amoníaco) utilizado para la impregnación carga la red porosa de los gránulos de carbón activado, haciendo con ello poco práctico añadir otras sustancias neutralizado horas y/o de purgado al filtro de gránulos de carbón activado impregnados. Como resultado, cuando es seleccionado el reactivo para neutralizar el amoníaco, el filtro de gránulos de carbón activado impregnados está limitado de forma efectiva en la neutralización de amoníaco (y de productos químicos muy relacionados).

Este mismo problema tiende a producirse en el caso de filtros de gránulos de carbón activado impregnados que emplean otros reactivos para purgar productos químicos diferentes del amoníaco, del aire (por ejemplo, carbonato de potasio para purgar ácidos inorgánicos, etc.). De este modo se observará que con filtros de gránulos de carbón activado impregnados, cada filtro está limitado de forma efectiva a tratar una corta lista de productos químicos. Como resultado, los usuarios de las campanas de extracción de gases de filtración deben seleccionar un filtro particular de gránulos de carbón activado impregnados para su campana de extracción de gases de acuerdo con los productos químicos que manipularán en la campana de extracción de gases, por ejemplo, un filtro de gránulos de carbón activado impregnado con ácido sulfúrico para utilizar cuando se maneje amoníaco, un filtro de gránulos de carbón activado impregnado con carbonato de potasio para utilizar cuando se manejen ácidos inorgánicos, etc. Esto puede ser problemático, dado que puede requerir un cambio de filtro cuando van a ser manipulados diferentes materiales en la campana extractora de gases.

Además, en algunos casos, no existe el filtro apropiado para neutralizar el conjunto completo de productos químicos que el usuario estará manipulando en la campana de extracción de gases en un momento particular. A modo de ejemplo, pero no como una limitación, un químico que necesita manipular un conjunto de ácidos, bases y solventes no puede encontrar actualmente fácilmente un único filtro de campana de extracción de gases que pueda proteger simultáneamente de todos estos productos químicos.

De este modo, existe la necesidad de un filtro nuevo y mejorado con el que se pueda manipular de forma efectiva una amplia gama de productos químicos que necesitan ser manipulados de forma segura por el personal de laboratorio.

### 2.2 Filtro novedoso para purgar del aire amoníaco y/o otros productos químicos objetivo

Se proporciona un filtro para la neutralización química (y preferiblemente para la neutralización de vapor de amoníaco), en donde el filtro comprende una espuma de celda abierta, un reactivo (por ejemplo, ácido cítrico para neutralizar amoníaco) dispuesto sobre la superficie de la espuma de celda abierta, y pegamento para sujetar el reactivo (por ejemplo, ácido cítrico) sobre la superficie de la espuma de celda abierta.

La espuma de celda abierta está preferiblemente formada de poliuretano (PU), polietileno (PE), silicona, caucho, cloruro de polivinilo (PVC) u otro material que sea resistente a los efectos del producto químico objetivo que va a ser purgado (por ejemplo, amoníaco). La espuma de celda abierta tiene un tamaño de poro que (a) permite que la espuma de celda abierta presente un área de superficie grande, y (b) es capaz de que el aire pase fácilmente a través de la misma sin imponer una pérdida de presión significativa sobre flujo de aire a través del filtro, por ejemplo, la espuma de celda abierta puede tener un tamaño de poro de 20 poros por pulgada (PPI) (por cada 25,4 mm).

El reactivo está impregnado sobre las superficies de la espuma de celda abierta, de manera que el reactivo está expuesto al aire que pasa a través de la espuma de celda abierta, con lo que se permite que el reactivo reaccione de forma eficiente con el producto químico objetivo en el aire y con ello neutralice el producto químico objetivo por medio de la reacción química del reactivo con el producto químico objetivo.

En una forma preferida, el producto químico objetivo es amoníaco, y el reactivo es ácido cítrico.

En una forma particularmente preferida, el ácido cítrico está en forma granular, y los cristales de ácido cítrico (grano pequeño) son rociados directamente sobre la superficie de la espuma de celda abierta, sin que se requiera que el ácido cítrico sea colocado en una solución líquida para el despliegue sobre la espuma de celda abierta (el rociado directo de cristales de ácido cítrico consume menos energía, debido a que no requiere secado, y permite la deposición de una cantidad mayor de ácido cítrico sobre la espuma de celda abierta).

En una forma preferida, los cristales de ácido cítrico tienen la mayoría un tamaño de grano medio comprendido entre un tamiz ASTM 25 y un tamiz ASTM 50.

El pegamento es utilizado para mantener el reactivo (por ejemplo los cristales de ácido cítrico) sobre la superficie de la espuma de celda abierta. El pegamento es seleccionado de manera que el pegamento no interactúe negativamente con la espuma de celda abierta, y/o con el reactivo (por ejemplo, el ácido cítrico), y/o con el producto químico objetivo (por ejemplo, amoníaco) que va a ser filtrado del aire. En una forma preferida, el pegamento comprende copolímeros de acetato de polivinilo o acetato de etileno vinilo o copolímeros acrílicos u otras emulsiones.

Durante la fabricación, el pegamento es aplicado (por ejemplo, mediante aplicación con brocha, rociado, etc.) a la espuma de celda abierta primero, y después el reactivo (por ejemplo, cristales de ácido cítrico) es aplicado (por ejemplo, mediante rociado, soplado, etc.) sobre la superficie de la espuma de celda abierta que soporta el adhesivo.

Véase la Fig. 6, que es una fotografía que muestra una pieza de espuma de poliuretano (PU) de celda abierta 50 antes de la impregnación con cristales de ácido cítrico; y la Fig. 7, que es una fotografía de una pieza de espuma de poliuretano (PU) de celda abierta 50 después de que el ácido cítrico granular 55 haya sido depositado sobre sus superficies, formando con ello un filtro 60 para purgar amoníaco y/o otros productos químicos objetivo del aire.

Durante el uso, el producto químico objetivo (por ejemplo el amoníaco) en el flujo de aire es neutralizado sobre la superficie de la espuma de celda abierta después de una reacción con el reactivo (por ejemplo, el ácido cítrico) portado por la espuma de celda abierta. En el caso de vapores de amoníaco y de ácido cítrico, es una reacción clásica ácido-base lo que conduce a la creación de una sal de citrato de amonio. Esta sal de citrato de amonio es sólida y es retenida sobre la superficie de la espuma de celda abierta dado que los cristales de ácido cítrico son adheridos a la superficie de la espuma de celda abierta.

También es posible formar el nuevo filtro utilizando un reactivo distinto del ácido cítrico, para purgar del aire vapores de amoníaco y/o de otros productos químicos objetivos. A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, se pueden utilizar los siguientes ácidos alternativos en lugar del ácido cítrico anteriormente mencionado: ácido oxálico, ácido tártrico, ácido maleico, ácido ascórbico, ácido succínico, ácido fosfórico anhidroso, etc. En este sentido, se ha de apreciar que el reactivo (es decir el ácido cítrico o un ácido alternativo) puede ser un ácido fuerte o un ácido débil. Además, se ha de apreciar que, además de su propiedad ácida, el reactivo portado por la espuma de celda abierta es sólido a temperatura y presión normales. De manera significativa, y a diferencia de los filtros de la técnica anterior que utilizan granúlos de carbón activado, la espuma de celda abierta de la presente invención puede portar múltiples reactivos para purgar múltiples productos químicos objetivo del aire. De este modo, con la presente invención, no es necesario que el filtro esté restringido solo para el uso de un producto químico objetivo.

2.3 Uso del filtro para purgar del aire amoníaco y/o otros productos químicos objetivos en combinación con otras etapas de filtro

Se ha de apreciar que el filtro para purgar del aire amoníaco y/o otros productos químicos objetivo se puede utilizar solo (por ejemplo, para purgar amoníaco y/o otros productos químicos objetivo), o puede ser utilizado en combinación con otros filtros (o bien aguas arriba de, aguas abajo de, o bien concurrentes con el mismo) para aumentar más la gama de productos químicos objetivo que pueden ser purgados del aire.

A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, el filtro para purgar amoníaco y/o otros productos químicos objetivo

de la presente invención puede ser utilizado como una etapa de un filtro de múltiples etapas, en donde otra etapa del filtro de múltiples etapas comprende un filtro de gránulos de carbón activado (que pueden estar o no impregnados con un reactivo).

5 A modo de ejemplo, pero de forma no limitativa, el filtro para purgar amoníaco y/o otros productos químicos objetivos puede formar una etapa de un filtro de tres etapas, es decir el filtro de tres etapas puede comprender una etapa de purgado de ácidos (por ejemplo, comprender una espuma de celda abierta que lleva bicarbonato de sodio), una etapa de purgado de solvente que comprende gránulos de carbón activado, y una etapa de purgado de amoníaco que comprende una espuma de celda abierta que lleva ácido cítrico (o un reactivo alternativo). En esta forma, la  
10 etapa de purgado de amoníaco está preferiblemente situada antes de la etapa de purgado de solvente, y puede estar situada antes de la etapa de purgado de ácido si se desea.

3. Dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas que comprende una etapa del reactor de plasma no térmico seguido de una etapa de catalizador.

### 3.1 General

En las siguientes secciones, se describen filtros para utilizar en el purgado de sustancias no deseadas del aire. Estos filtros pueden ser utilizados individualmente o en combinación con otros (por ejemplo, como etapas individuales en un filtro de múltiples etapas), y pueden ser utilizados para purgar ácidos del aire, o para purgar solventes del aire, o para purgar tanto ácidos como solventes del aire, lo cual incluye purgar amoníaco del aire. Estos filtros son particularmente adecuados para utilizar en el purgado de sustancias no deseadas del aire de campanas extractoras de gases antes de que el aire sea expulsado, por ejemplo, a la atmósfera (en el caso de campanas extractoras de gases con conducto) o al aire ambiental de un laboratorio que contiene una campana extractora de gases (en el caso de una campana extractora de gases sin conducto).

De acuerdo con la presente invención, a continuación se describe un dispositivo novedoso para utilizar en el purgado de sustancias no deseadas del aire. Este dispositivo novedoso puede ser utilizado solo, puede ser utilizado en combinación con uno o más de los filtros descritos anteriormente, o puede ser utilizado con uno o más de los filtros o con uno o más de otros dispositivos de tratamiento de aire. De manera significativa, el dispositivo novedoso descrito continuación es particularmente adecuado para utilizar en el purgado del aire de sustancias no deseadas de campanas extractoras de gases antes de que el aire sea expulsado, por ejemplo, a la atmósfera (en el caso de una campana extractora de gases con conducto) o al aire ambiental de un laboratorio que contiene una campana extractora de gases (en el caso de una campana extractora de gases sin conducto).

De acuerdo con la presente invención, y observando ahora las Figs. 8-10, se proporciona un dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas 65 que comprende una etapa de reactor de plasma no térmico 70 seguida de una etapa de catalizador 75. En una forma de la invención, la etapa de reactor de plasma no térmico 70 y la etapa de catalizador 75 están contenidas en un único alojamiento 80 (por ejemplo, un alojamiento dimensionado y configurado para el montaje apropiado en una campana extractora de gases, por ejemplo, una campana extractora de gases sin conducto). De este modo, en esta forma de la invención, el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 comprende un conjunto que comprende una etapa de reactor de plasma no térmico 70 y una etapa de catalizador 75. Si se desea, puede estar dispuesto otro dispositivo de tratamiento de aire 85 (por ejemplo, un filtro) aguas arriba del dispositivo de tratamiento de aire 65 para tratar el aire antes de que entre al dispositivo de tratamiento de aire 65, y/o puede estar dispuesto otro dispositivo de tratamiento de aire 90 (por ejemplo, un filtro) aguas abajo del dispositivo de tratamiento de aire 65 para tratar el aire después de que salga del dispositivo de tratamiento de aire 65. A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, el dispositivo de tratamiento de aire 85 puede comprender una o ambas etapas del filtro de aire anteriormente mencionado 5 (por ejemplo, su etapa de purgado de ácidos 10 y/o su etapa de purgado de solventes 15) y/o el filtro novedoso anteriormente mencionado 60 para purgar amoníaco y/o otros compuestos químicos objetivos del aire. A modo de ejemplo adicional, pero no de manera limitativa, el dispositivo de tratamiento de aire 90 puede comprender una o ambas etapas del filtro de aire anteriormente mencionado 5 (por ejemplo, su etapa de purgado de ácidos 10 y/o su etapa de purgado de solventes 15) y/o el filtro novedoso anteriormente mencionado 60 para purgar del aire amoníaco y/o otros productos químicos objetivo.

La etapa de reactor de plasma no térmico 70 incluye una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico 95 (Figs. 9 y 10) que están diseñadas para oxidar moléculas orgánicas expulsadas desde una campana de extracción de gases de filtración. Se ha de observar que las Figs. 9 y 10 están destinadas a ser esquemáticas, en el sentido de que aunque muestran una configuración a modo de ejemplo de una anchura x altura x longitud dadas, también se pueden utilizar otras configuraciones, dependiendo del denominado "factor de forma" del alojamiento 80 (que puede en sí mismo depender del factor de forma de la campana extractora de gases con la que es utilizado el dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas 65). Cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 está preferiblemente optimizada para cumplir con los siguientes requisitos:

(i) debería ser tan pequeño como sea posible para ser instalado en la etapa de reactor de plasma no térmico 70 del dispositivo de tratamiento de aire de los etapas 65, que está en sí mismo preferiblemente instalado en

la parte superior de una carcasa de la campana extractora de gases (no mostrada). En una forma preferida de la invención, la dimensión máxima de una unidad de reactor de plasma no térmico 95 debería ser más pequeña que 404 mm (anchura) x 200 mm (altura) x 755 mm (longitud).

(ii) cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 preferiblemente debería ser capaz de tratar un flujo de aire comprendido entre aproximadamente 100 m/h y aproximadamente 300 m/h.

(iii) cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 preferiblemente debería ser capaz de tratar concentraciones de contaminante comprendidas entre aproximadamente 0 ppm y aproximadamente 200 ppm, con una eficiencia mayor del 95 %. Nota: para los fines de la presente invención la eficiencia de una unidad de reactor de plasma no térmico 95 está definida como la relación entre (a) la cantidad de contaminante totalmente convertido en productos derivados no nocivos, por ejemplo, CO<sub>2</sub> y 3/40, y (b) la cantidad inicial de contaminante antes de la introducción en la unidad de reactor de plasma no térmico 95.

(iv) el consumo de energía de la unidad de reactor de plasma no térmico 95 debería ser menor de aproximadamente 50 J/L de aire introducido en la unidad de reactor de plasma no térmico 95.

Para oxidar los contaminantes orgánicos del aire extraído de la campana extractora de gases, el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 combina dos procesos físico-químicos, el primero de los cuales es realizado en la etapa de reactor de plasma no térmico 70 y el segundo de los cuales es realizado en la etapa de catalizador 75:

(i) en primer lugar, el aire procedente de la campana extractora de gases pasa a través de un plasma que es creado en la etapa de reactor de plasma no térmico 70. Más concretamente, un plasma en un estado de materia similar al gas en el que una cierta parte de las moléculas están ionizadas. Existe una amplia gama de diferentes tipos de plasma. En las unidades de reactor de plasma no térmico 95 de la presente invención, se crea un plasma no térmico, lo que significa que el plasma es creado a temperatura ambiente. Este plasma es creado por una descarga generada entre dos electrodos (véase más adelante). Cuando el aire procedente de la campana extractora de gases pasa a través del plasma, son generados muchos productos derivados, por ejemplo O, O<sub>3</sub>, OH, etc. Estos productos derivados son relativamente inestables y reactivos, y son utilizados para oxidar los contaminantes orgánicos contenidos en el aire extraído desde la campana extractora de gases, para tratar con ello los contaminantes orgánicos contenidos en el aire extraído de la campana extractora de gases.

(ii) en segundo lugar, el aire procedente de la etapa de reactor de plasma no térmico 70 es hecho pasar a través de un lecho de catalizador contenido en la etapa de catalizador 75 del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65. Esta última etapa del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 es utilizada para conseguir la oxidación de los contaminantes orgánicos y para destruir el ozono residual (creado en la etapa de reactor de plasma no térmico precedente 70) antes de liberar el aire tratado procedente del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 (por ejemplo, para la expulsión a la atmósfera en el caso de una campana de extracción de gases con conducto, o para la expulsión al aire ambiental de un laboratorio en el caso de una campana extractora de gases sin conducto), o para pasar el aire tratado a un filtro aguas abajo (por ejemplo, el filtro 90 de la Fig. 8) para el tratamiento adicional del aire antes de la expulsión a la atmósfera o al aire ambiental de un laboratorio.

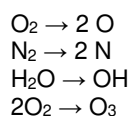
### 3.2 La etapa de reactor de plasma no térmico

Como se ha observado anteriormente, la etapa de reactor de plasma no térmico 70 comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico 95. En cada unidad de reactor de plasma no térmico 95, se crea un plasma entre dos electrodos. Más concretamente, y observando las Figs. 11 y 12, en una forma preferida de la invención, cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 de la presente invención comprende una denominada construcción de "tubo coronal", es decir, en donde la unidad de reactor de plasma no térmico 95 comprende un electrodo de cable 100 (preferiblemente con un diámetro comprendido entre aproximadamente 20 micras y aproximadamente 60 micras), y un electrodo de cilindro 105 (preferiblemente con un diámetro interno comprendido entre aproximadamente 10 mm y aproximadamente 30 mm). Pueden ser utilizados diversos metales para fabricar el electrodo de cable 100 y/o el electrodo de cilindro 105, por ejemplo, cobre, hierro, acero inoxidable, tungsteno, etc. La longitud del electrodo de cilindro 105 está preferiblemente comprendida entre aproximadamente 20 cm y aproximadamente 60 cm. Cada unidad de reactor de plasma no térmico 100 es capaz de tratar un flujo de aire comprendido entre 0 y aproximadamente 100 L/min que pasa longitudinalmente a través de la longitud del tubo coronal. Para tratar todo el flujo de aire expulsado desde la campana extractora de gases, pueden estar montadas unidades de reactor de plasma no térmico 95 juntas en paralelo como se muestra las Figs. 9 y 10, para formar con ello la etapa del reactor de plasma no térmico completa 70. Esta disposición de tubos coronales paralelos preferiblemente tiene una sección transversal (anchura x altura) que es igual al área del flujo de aire que va a ser tratado por el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65, asegurando con ello el máximo tratamiento del aire.

En el interior de cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 (es decir, dentro de cada electrodo de cilindro 105), se crea un plasma no térmico aplicando pulsos eléctricos cortos (preferiblemente de aproximadamente 10.000-30.000 V, y preferiblemente de aproximadamente 50-2.000 Hz, siendo la duración de cada pulso de aproximadamente 20 ns en la altura media del pico). Más concretamente, cuando cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 comprende una construcción de tubo coronal, es importante evitar crear un arco eléctrico dentro de la

unidad de reactor de plasma no térmico 95, dado que la creación de un arco eléctrico consume una gran cantidad de energía y hace que la etapa de reactor de plasma no térmico 70 sea ineficiente. Véase, por ejemplo, la Fig. 13, que muestra que cuando los pulsos eléctricos aplicados a las unidades de reactor de plasma no térmico 95 no son regulados cuidadosamente, se puede producir la formación de un arco, siendo solo la parte delantera del pulso eléctrico utilizada para crear el plasma deseado dentro de la unidad de reactor de plasma no térmico 95 y creando el resto del pulso eléctrico plasma y formando arco. Regulando cuidadosamente los pulsos eléctricos aplicados a la unidad de reactor de plasma no térmico 95, por ejemplo manteniendo los pulsos eléctricos en una duración corta tal como se muestra en la Fig. 14, la formación de arco puede ser eliminada de forma efectiva y las unidades de reactor de plasma no térmico 95 pueden ser hechas funcionar con una eficiencia significativamente más elevada.

Cuando el aire procedente de la campana extractora de gases pasa a través de la unidad de reactor de plasma no térmico 95, se producen las siguientes reacciones (entre otras):



Los productos derivados que son creados en la unidad de reactor de plasma no térmico 95 son relativamente inestables, lo que significa que reaccionarán con otras moléculas presentes en el aire procedente de la campana extractora de gases para crear productos derivados más estables. La mayoría de las reacciones dan lugar a una oxidación de los contaminantes orgánicos contenidos en el aire procedente de la campana extractora de gases, para tratar con ello el aire procedente de la campana extractora de gases.

Cuando el aire es expulsado de una unidad de reactor de plasma no térmico 95, puede contener  $\text{O}_3$  (ozono) residual, y productos derivados de la oxidación de los contaminantes orgánicos, y concentraciones residuales de los contaminantes orgánicos no oxidados. Esta mezcla es tratada después en la segunda etapa del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65, es decir, en la etapa de catalizador 75.

### 3.3 La etapa de catalizador

La etapa de catalizador 75 del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 comprende al menos un catalizador y, en una forma preferida de la invención, la etapa de catalizador 75 preferiblemente comprende una pluralidad de diferentes catalizadores.

En una forma preferida de la invención, la etapa de catalizador 75 comprende  $\text{MnO}_2$  (dióxido de manganeso) como catalizador. El uso de  $\text{MnO}_2$  como catalizador es altamente deseable, dado que el  $\text{MnO}_2$  favorece la conversión de  $\text{O}_3$  a  $\text{O}_2$ . Esta reacción de conversión de  $\text{O}_3$  a  $\text{O}_2$  libera una gran cantidad de  $\text{O}$ , que es una molécula relativamente inestables que reaccionará con otras moléculas de su alrededor, oxidándolas. En otras palabras, el catalizador de  $\text{MnO}_2$  favorece la conversión de  $\text{O}_3$ , de manera que se libera una gran cantidad de potentes oxidantes que reaccionarán con los contaminantes orgánicos y los productos derivados de los contaminantes orgánicos para convertirlos en moléculas pequeñas tales como  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , y  $\text{H}_2\text{O}$ . El  $\text{MnO}_2$  puede ser soportado sobre varios sustratos, por ejemplo, gránulos de cerámica, anillos de Rasching de cerámica, espumas de celda abierta (por ejemplo, poliuretano, poliestireno, etc., alúmina, carbón activado, tejido de carbón vegetal, fieltro de carbono, etc. El catalizador de  $\text{MnO}_2$  también puede ser nanoestructurado, es decir puede estar formado como grupos de nanotamaño sobre la superficie de un sustrato (al contrario que en el caso de estar formado como un revestimiento continuo ininterrumpido sobre la superficie de un sustrato).

Para limitar el escape de  $\text{CO}$  a un espacio cerrado (por ejemplo, el aire ambiental de un laboratorio que contiene una campana extractora de gases), se prefiere utilizar  $\text{CuO}$  como un segundo catalizador en la etapa de catalizador 75. De nuevo el catalizador de  $\text{CuO}$  puede ser soportado sobre diversos sustratos como se ha descrito anteriormente. Este catalizador de  $\text{CuO}$  permite la conversión de  $\text{CO}$  en  $\text{CO}_2$ .

También pueden ser proporcionados otros catalizadores en la etapa del catalizador 75, por ejemplo,  $\text{CuO}_2$ , platino, óxidos de platino, oro, etc., y estos catalizadores pueden ser soportados sobre diversos sustratos como se ha descrito anteriormente.

Si se desea, los catalizadores pueden ser incorporados en un elemento de filtro (por ejemplo, gránulos de carbón vegetal) de manera que se proporciona catálisis y filtración de forma simultánea.

La etapa de catalizador 75 preferiblemente tiene un "factor de forma" correspondiente al factor de forma de una etapa del reactor no térmico (al menos con respecto a la sección transversal como está definida por la anchura x altura) para asegurar el máximo tratamiento del aire que sale de la etapa de reactor no térmico 70).

### 3.4 Diseño alternativo

Observando a continuación la Fig. 15, se muestra una forma alternativa de la presente invención. Más

concretamente, en esta forma de la invención, la etapa del reactor de plasma no térmico 70 está dispuesta fuera del alojamiento 80, mezclando la salida de la etapa de reactor de plasma no térmico 70 con el aire procedente de la campana extractora de gases antes de entrar en la etapa de catalizador 75. Este diseño puede tener ciertas ventajas, por ejemplo, puede ser más seguro dado que la fuente de alimentación que alimenta la etapa del reactor de plasma no térmico 70 está retirada del flujo de aire procedente de la campana extractora de gases (que puede contener productos químicos volátiles), y puede ser más eficiente dado que el aire que entra en la etapa de reactor de plasma no térmico 70 puede ser acondicionado previamente para optimizar la creación de plasma (por ejemplo, para eliminar la humedad, que puede hacer más difícil crear un plasma - en la práctica, esto puede ser una ventaja significativa, dado que el aire expulsado desde la campana extractora de gases es frecuentemente húmedo).

Se apreciará que con la construcción montada en la Fig. 15, el "factor de forma" de la etapa de reactor no térmico 70 (es decir, su anchura x altura x longitud) puede variar respecto al factor de forma del alojamiento 80 (es decir, su anchura x altura x longitud) y/o el factor de forma de la etapa de catalizador 75 (es decir su anchura x altura x longitud).

### 3.5 Diseño alternativo para la etapa del reactor de plasma no térmico

En la exposición anterior, se ha descrito la etapa de reactor de plasma no térmico 70 comprendiendo una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico 95, en donde cada unidad de reactor de plasma no térmico 95 comprende una denominada construcción de tubo coronal que comprende un electrodo de cable 100 y un electrodo de cilindro 105, estando el electrodo de cable dispuesto axial con, e interno con respecto a, el electrodo de cilindro 105. Sin embargo, como también se ha observado anteriormente, cuando las unidades de reactor de plasma no térmico 95 utilizan la construcción de tubo coronal, se debe tener especial cuidado en confeccionar la forma de onda de los pulsos eléctricos que hacen funcionar las unidades de reactor de plasma no térmico 95 con el fin de evitar el problema de generación de arco descrito anteriormente.

Alternativamente, y observando ahora la Fig. 16, si se desea, la unidad de reactor de plasma no térmico 95 puede utilizar una denominada construcción de descarga de barrera dieléctrica (DBD), en donde el tubo dieléctrico 110 está dispuesto coaxial con el electrodo de cable 100 y electrodo de cilindro 105, estando el tubo dieléctrico 110 dispuesto entre el electrodo de cable 100 y el electrodo de cilindro 105. Cuando la unidad de reactor de plasma no térmico 95 utiliza una construcción de descarga de barrera dieléctrica (DBD), se puede tener menos cuidado en confeccionar la forma de onda de los pulsos eléctricos que hacen funcionar las unidades de reactor de plasma no térmico 95 con el fin de evitar el problema de formación de arco descrito anteriormente. También es posible que la unidad de reactor de plasma no térmico 95 utilice una construcción de descarga de barrera dieléctrica (DBD) en la que uno de los electrodos comprende una placa. Más concretamente, y observando ahora la Fig. 17, se muestra una unidad de reactor de plasma no térmico 95 que comprende un electrodo de cable 100 y un electrodo de placa 115, estando el electrodo de cable 100 separado del electrodo de placa 115 por una placa dieléctrica 120.

La Fig. 17 muestra el electrodo de cable 100 estando separado de la placa dieléctrica 120.

Alternativamente, la Fig. 18 muestra el electrodo de cable 100 estando montado en la placa dieléctrica 120.

Además, es posible que la unidad de reactor de plasma no térmico 95 utilice una construcción de descarga de barrera dieléctrica (DBD) en la que ambos electrodos comprenden una placa.

Más concretamente, y observando ahora la Fig. 19, se muestra una unidad de reactor de plasma no térmico 95 que comprende un primer electrodo de placa 115 y un segundo electrodo de placa 125, estando el primer electrodo de placa 115 separado del segundo electrodo de placa 125 mediante una placa dieléctrica 120.

La Fig. 20 muestra cómo puede estar montada una pluralidad de unidades de reactor de plasma de tipo placa 95 dentro de un alojamiento 130, de manera que constituyen una etapa de reactor de plasma no térmico completa 70. Preferiblemente, el alojamiento 130 tiene una sección transversal (es decir, anchura x altura) correspondiente al área del flujo de aire que va a ser tratado por el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65, para asegurar con ello el máximo tratamiento del aire.

### 3.6 Sustitución de otras fuentes de ozono para la etapa del reactor de plasma no térmico del dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas

En las secciones precedentes, se describe un dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas 65 que comprende una etapa de reactor de plasma no térmico 70 seguida de una etapa de catalizador 75. En este sentido, se ha de apreciar que la función principal de la etapa del reactor de plasma no térmico 70 es servir como generador de ozono, que después mezcla el ozono con el aire procedente de la campana extractora de gases, para tratar con ello los contaminantes orgánicos contenidos en el aire extraído de la campana extractora de gases, antes de que las moléculas pasen a través de la etapa de catalizador 75. Teniendo en cuenta esto, se ha de apreciar que también es posible sustituir otras fuentes de ozono para la etapa del reactor de plasma no térmico 70 del dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas 65.

De este modo, en otra forma de la presente invención, el dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas puede comprender una etapa de fuente de ozono seguida de una etapa de catalizador, en donde la fuente de ozono comprende un generador de ozono distinto de la etapa del reactor de plasma no térmico 70 descrita anteriormente.

5 3.7 Utilización del dispositivo de tratamiento de aire novedoso de dos etapas en combinación filtros y/o otros dispositivos

10 El dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 de la presente invención puede ser utilizado solo para tratar el aire de una campana extractora de gases, o puede ser utilizado en combinación con filtros y/o otros dispositivos. De este modo, por ejemplo, en una forma preferida de la invención, y observando ahora las Figs. 8 y 15, el aire procedente de la campana extractora de gases puede pasar a través de otro dispositivo de tratamiento de aire 85 (por ejemplo, un filtro) antes de que sea introducido en el dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65, y/o el aire que sale del dispositivo de tratamiento de aire de dos etapas 65 puede pasar a través de otro dispositivo de tratamiento de aire 90 (por ejemplo, un filtro) antes de ser expulsado a la atmósfera (en el caso de una campana extractora de gases con conducto) o al aire ambiental de un laboratorio (en el caso que una campana extractora sin conducto).

15 En una forma preferida de la presente invención, el aire es hecho pasar a través de un filtro 85 antes de ser introducido en el dispositivo de tratamiento de aire 65, de manera que se eliminan las sustancias seleccionadas del aire utilizando la tecnología de filtro, y después es hecho pasar a través del dispositivo de tratamiento de aire 65, mejorando con ello la eficiencia del dispositivo de tratamiento de aire 65. A modo de ejemplo, pero no de forma limitativa, el filtro 85 puede comprender un filtro de gránulos de carbón activado para eliminar varias sustancias (por ejemplo, benceno, alcohol isopropil, etc.) del aire antes de que el aire sea introducido en el dispositivo de tratamiento de aire 65. Esto mejora la eficiencia del dispositivo de tratamiento de aire 65, porque entonces el dispositivo de tratamiento de aire 65 solo necesita tratar un número pequeño de contaminantes. Y en una forma preferida de la invención, el aire que sale del dispositivo de tratamiento de aire 65 es hecho pasar a través de otro filtro 90 antes de ser expulsado a la atmósfera (en el caso de una campana extractora de gases con conducto) o al aire ambiental de un laboratorio (en el caso de una campana extractora de gases sin conducto).

REIVINDICACIONES

1. Aparato que comprende:

- 5 - una campana extractora de gases; y  
 - un dispositivo de tratamiento de aire (65) para purgar sustancias no deseadas del aire que sale de la campana extractora de gases, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire (65):
- 10 - una etapa de reactor de plasma no térmico (70) para producir productos derivados de aire que comprenden O, N, OH y O<sub>3</sub> e introducir esos productos derivados de aire en el aire de escape de la campana extractora de gases, para tratar el aire de escape de la campana extractora de gases, en donde la etapa de reactor de plasma no térmico (70) comprende la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico (95), en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico (95) están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define un área de trabajo efectiva de la etapa de reactor de plasma no térmico (70), y en donde cada unidad de reactor de plasma no térmico (95) comprende
- 15 (i) o bien un electrodo de cable (100) que está dispuesto coaxial con, e interno respecto a, un electrodo de cilindro (105), con o sin un tubo dieléctrico (110) entre ambos electrodos (100, 105),  
 (ii) o bien un electrodo de cable (100) y un electrodo de placa (115), estando el electrodo de cable separado de, o montado en, el electrodo de placa (115) mediante una placa dieléctrica (120),  
 20 (iii) o bien un primer electrodo de placa (115) y un segundo electrodo de placa (125), estando el primer electrodo de placa (115) separado del segundo electrodo de placa (125) mediante la placa dieléctrica (120); y
- 25 - una etapa de catalizador (75) aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico (70) para tratar de forma adicional el aire aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico (70).

2. Un método que comprende:

- 30 - proporcionar un aparato que comprende:  
 - una campana extractora de gases; y  
 - un dispositivo de tratamiento de aire (65) para purgar sustancias no deseadas del aire de escape de la campana extractora de gases, comprendiendo el dispositivo de tratamiento de aire (65):
- 35 - una etapa de reactor de plasma no térmico (70) para producir productos derivados de aire que comprenden O, N, OH y O<sub>3</sub> e introducir esos productos derivados de aire en el aire de escape de la campana extractora de gases, para tratar el aire de escape de la campana extractora de gases, en donde la etapa de reactor de plasma no térmico (70) comprende una pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico (95), en donde la pluralidad de unidades de reactor de plasma no térmico (95)
- 40 están dispuestas sustancialmente adyacentes entre sí y sustancialmente paralelas entre sí en una disposición que tiene una sección transversal que define el área de trabajo efectiva de la etapa de reactor de plasma no térmico (70), y en donde cada unidad de reactor de plasma no térmico (95) comprende
- 45 (i) o bien un electrodo de cable (100) que está dispuesto coaxial con, e interno respecto a, un electrodo de cilindro (105), con o sin un tubo dieléctrico (110) entre ambos electrodos (100, 105),  
 (ii) o bien un electrodo de cable (100) y un electrodo de placa (115), estando el electrodo de cable separado de, o montado en, el electrodo de placa (115) mediante una placa dieléctrica (120),  
 50 (iii) o bien un primer electrodo de placa (115) y un segundo electrodo de placa (125), estando el primer electrodo de placa (115) separado del segundo electrodo de placa (125) mediante una placa dieléctrica (120); y
- una etapa de catalizador (75) aguas abajo que la etapa de reactor de plasma no térmico (70) para tratar de forma adicional el aire aguas abajo de la etapa de reactor de plasma no térmico (70); y
- 55 - operar la campana extractora de gases, que incluye hacer pasar el aire de escape de la campana extractora de gases a través del dispositivo de tratamiento de aire (65).

3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de catalizador (75) comprende MnO<sub>2</sub>.

60 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un filtro situado aguas arriba de la etapa de reactor de plasma no térmico (70) o que comprende además un filtro situado aguas abajo de la etapa de catalizador (75).

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa de catalizador comprende MnO<sub>2</sub>.

65



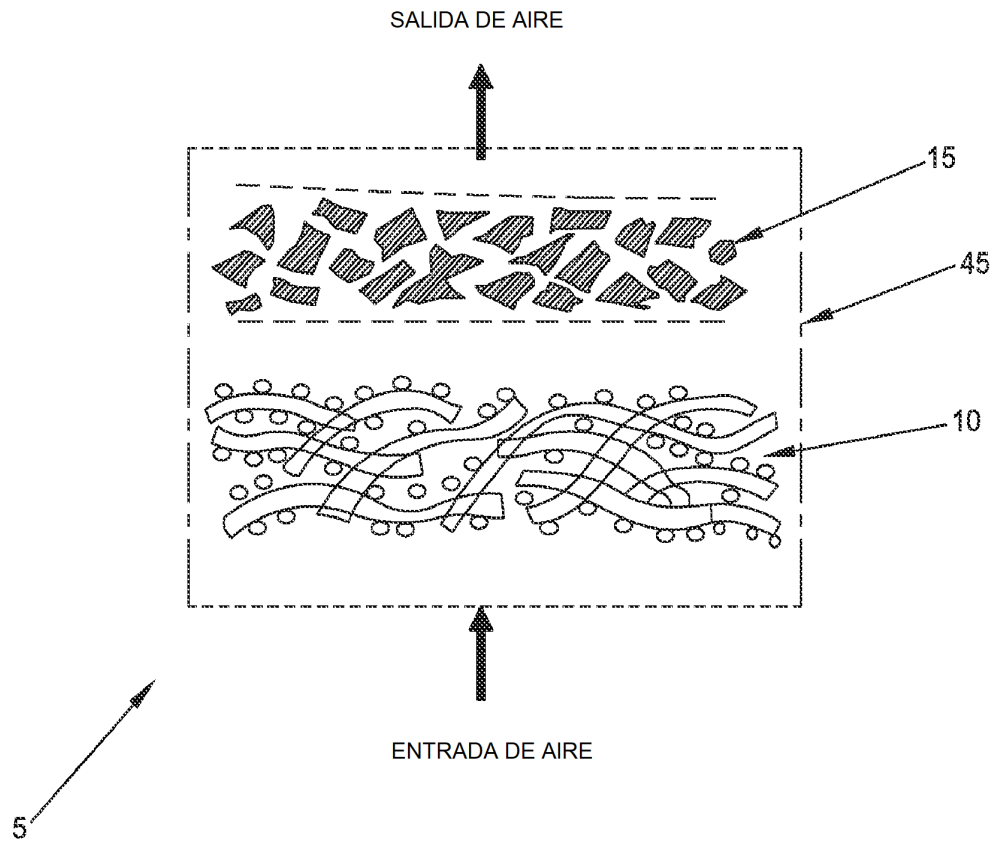


FIG. 1

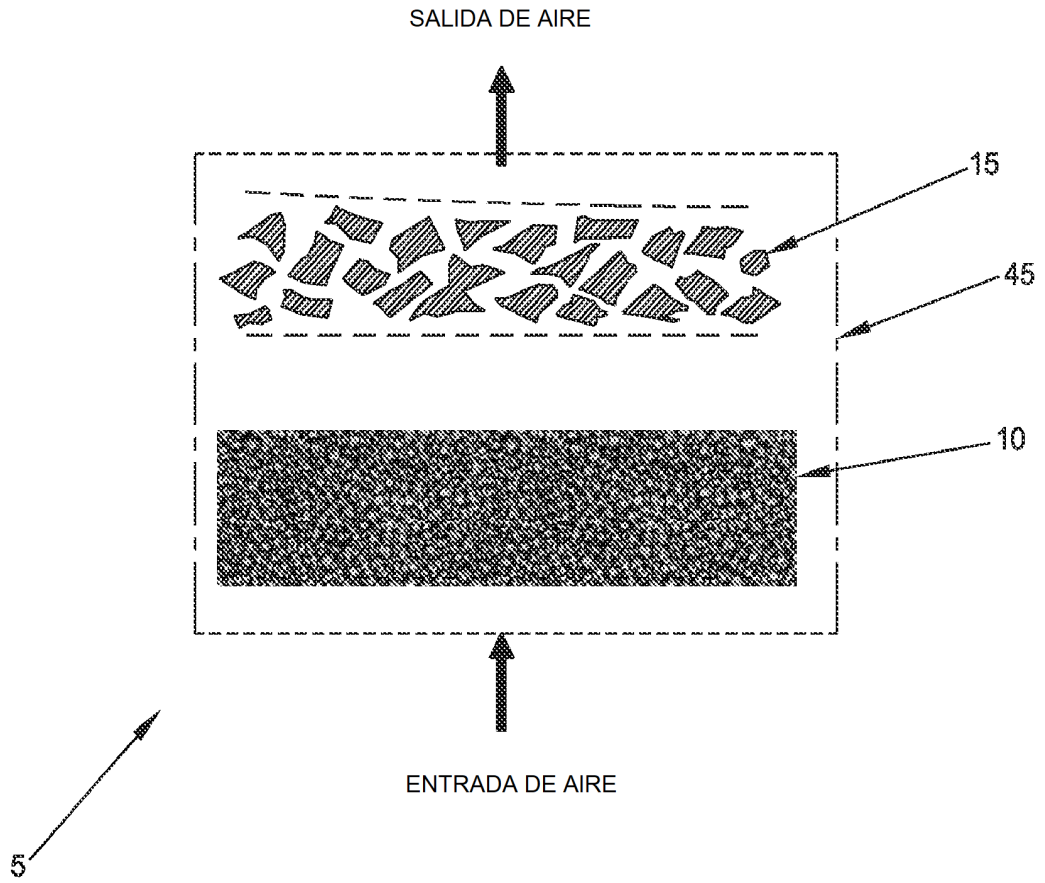


FIG. 1A

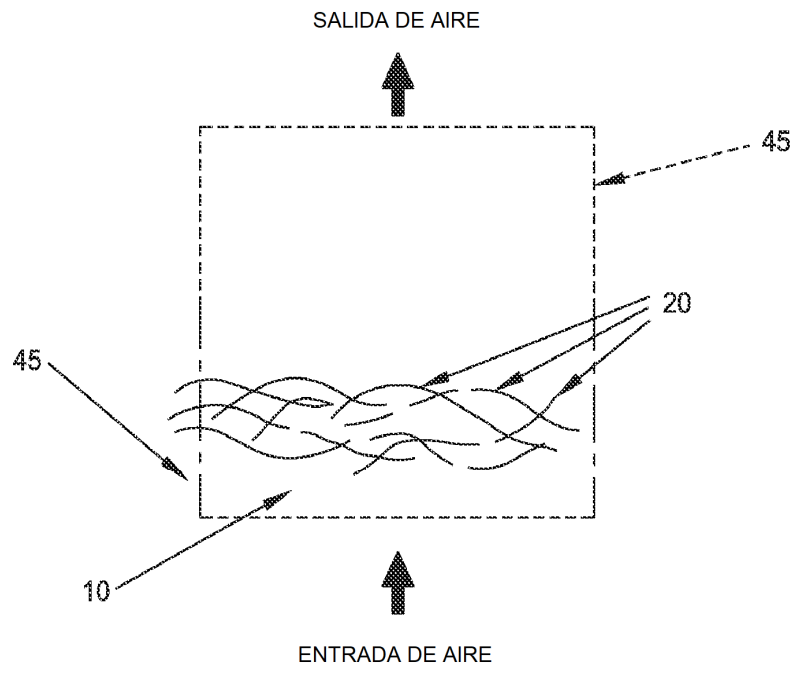


FIG. 2

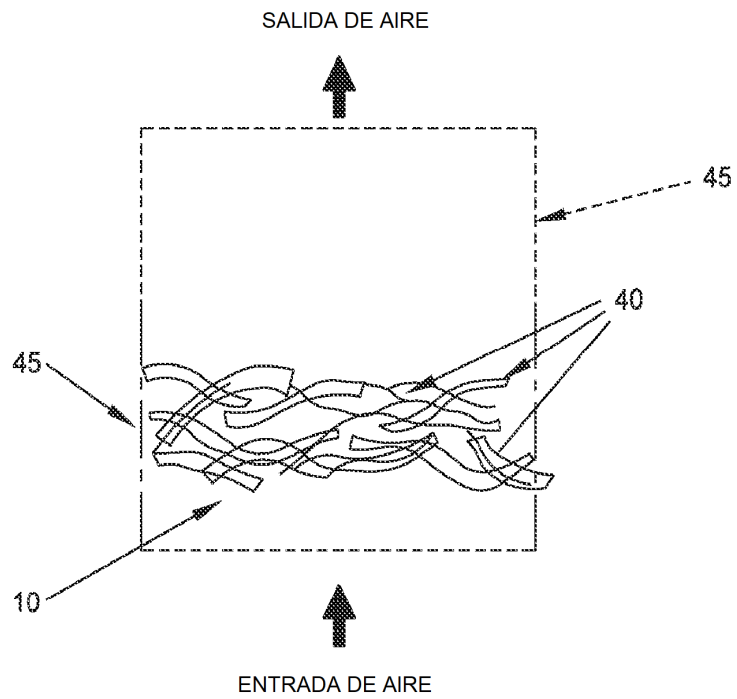


FIG. 3

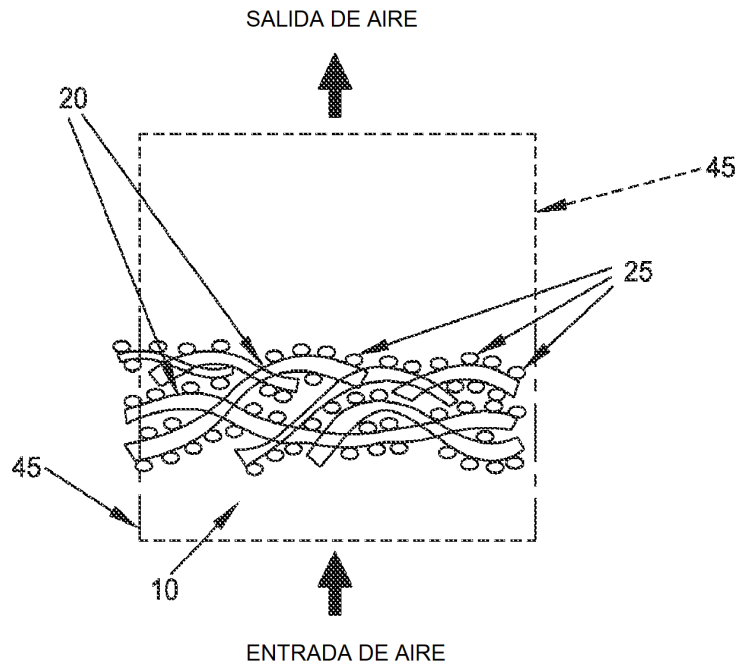


FIG. 4

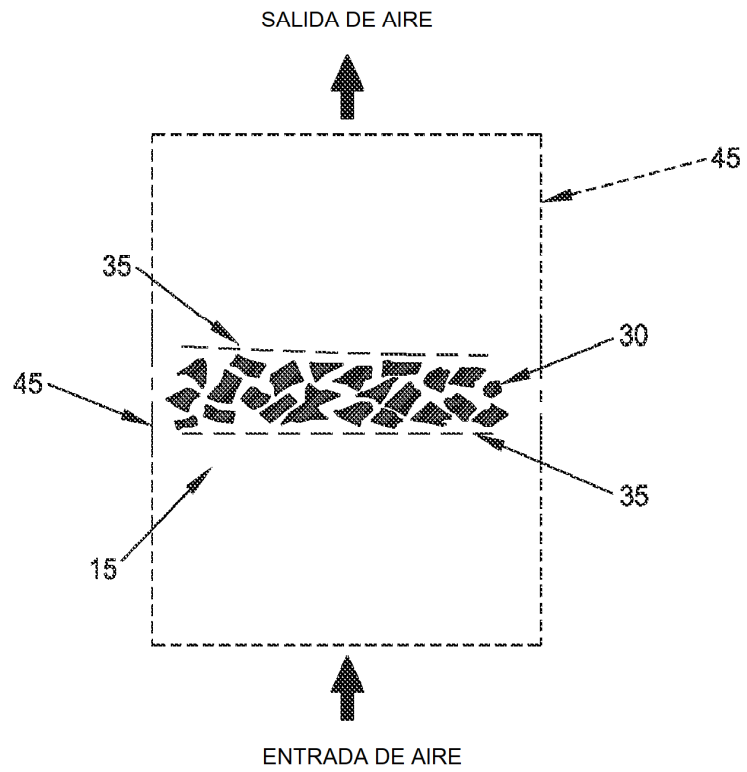


FIG. 5

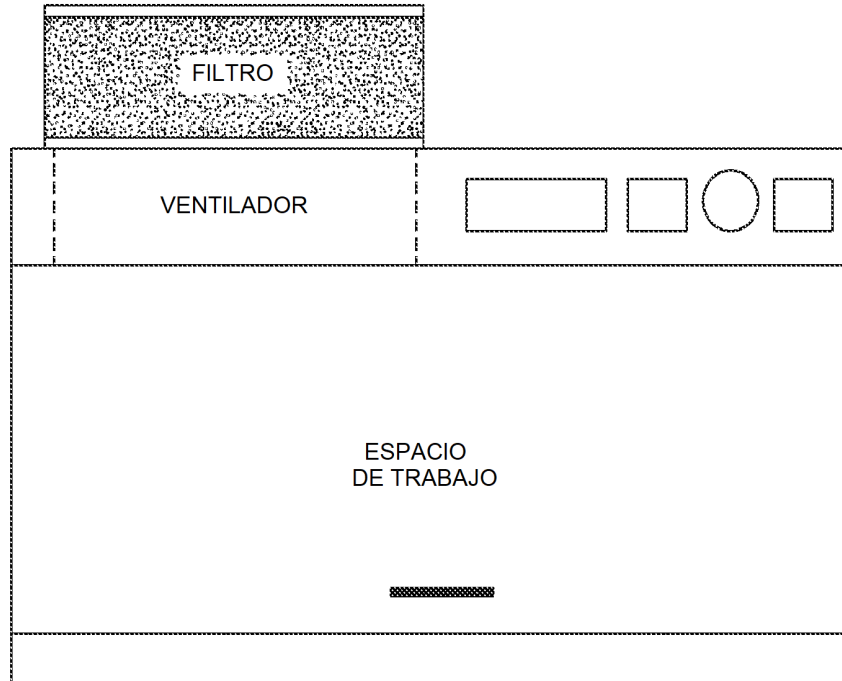


FIG. 5A

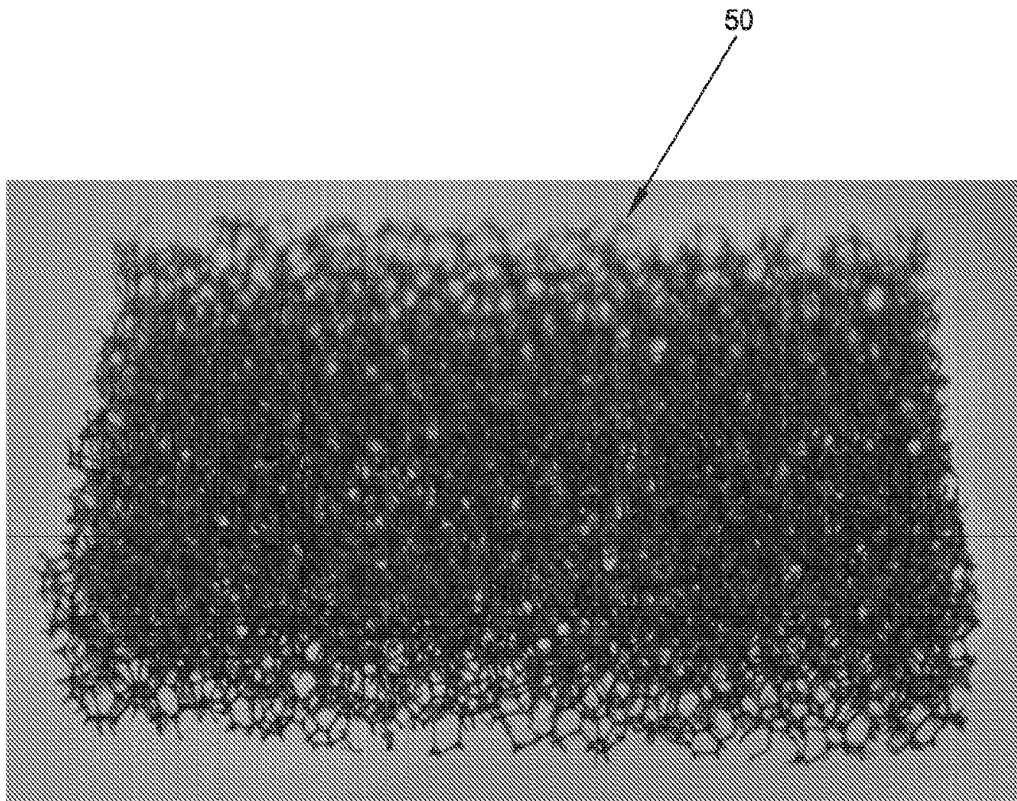


FIG. 6

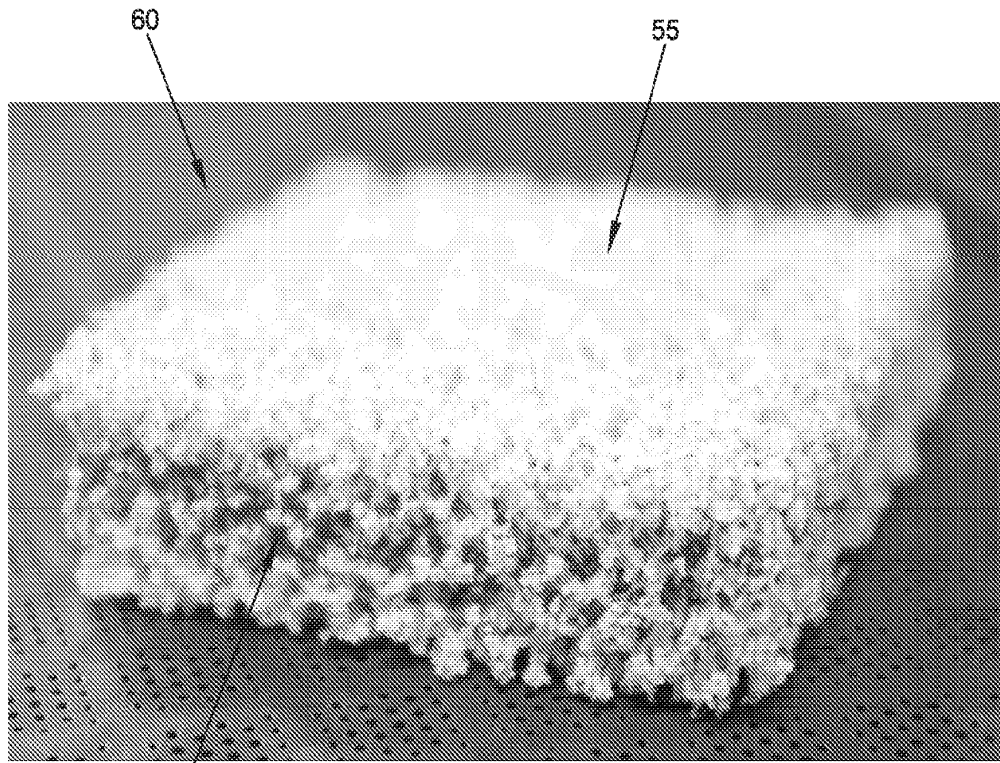


FIG. 7

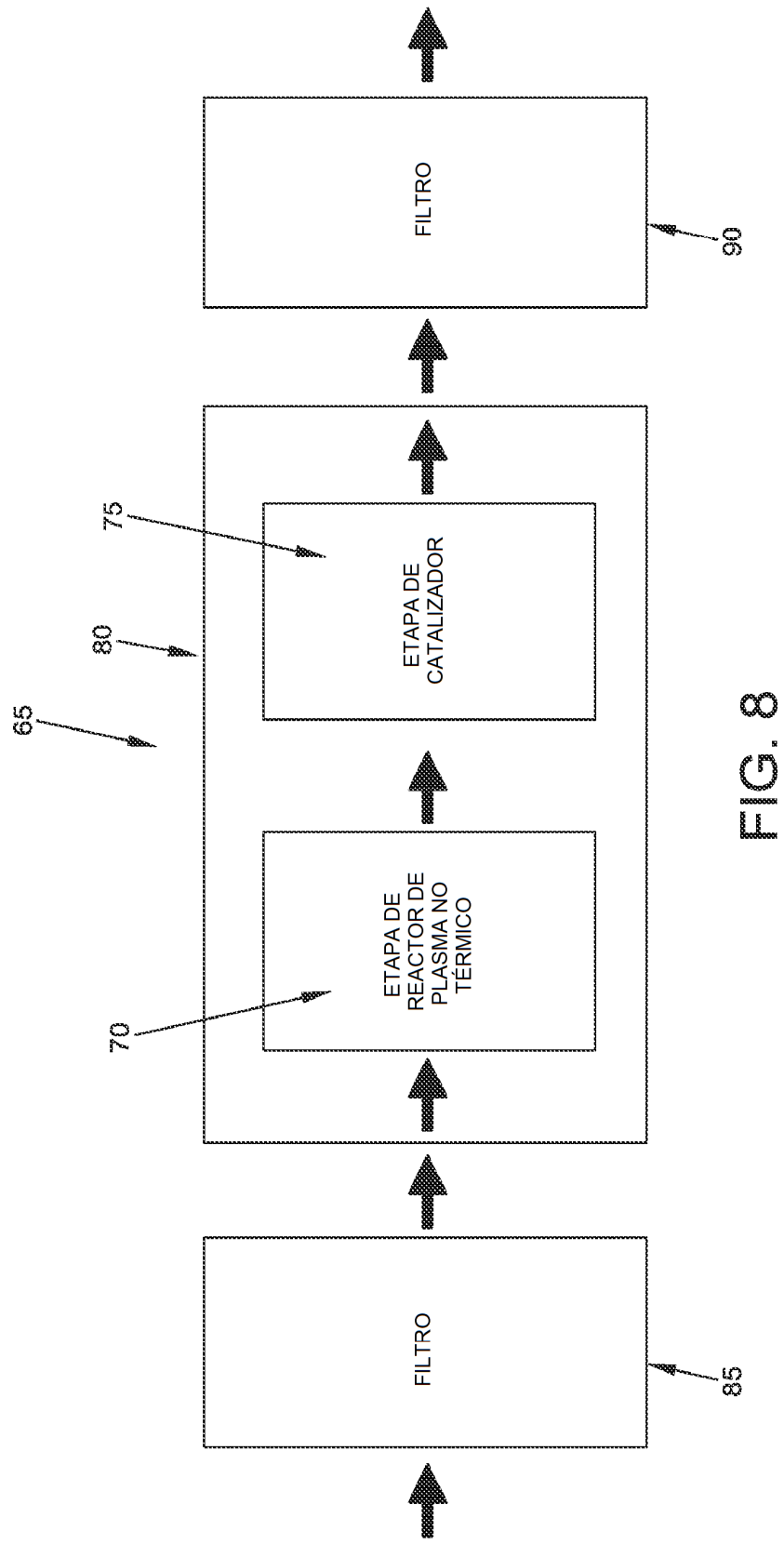


FIG. 8



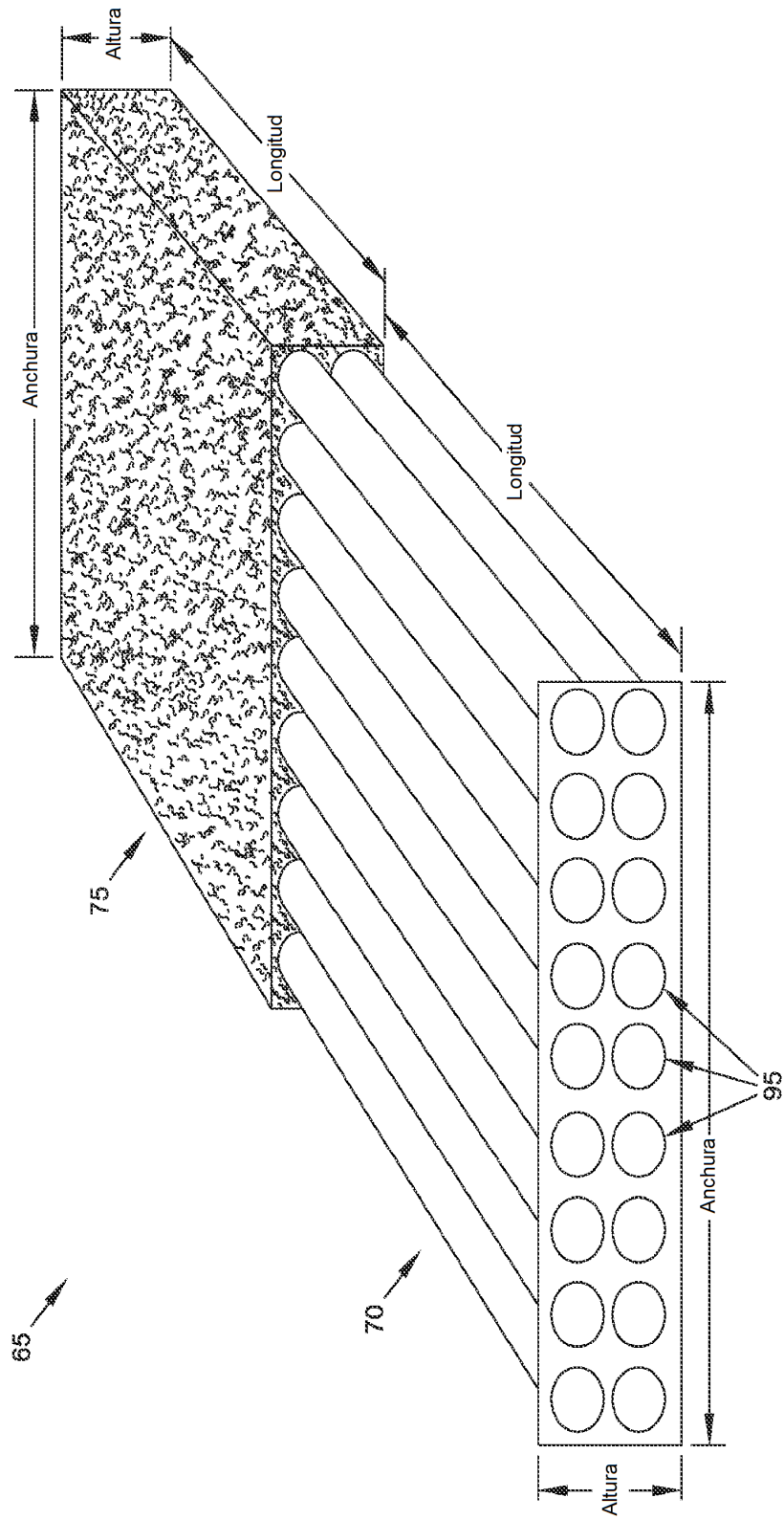


FIG. 9

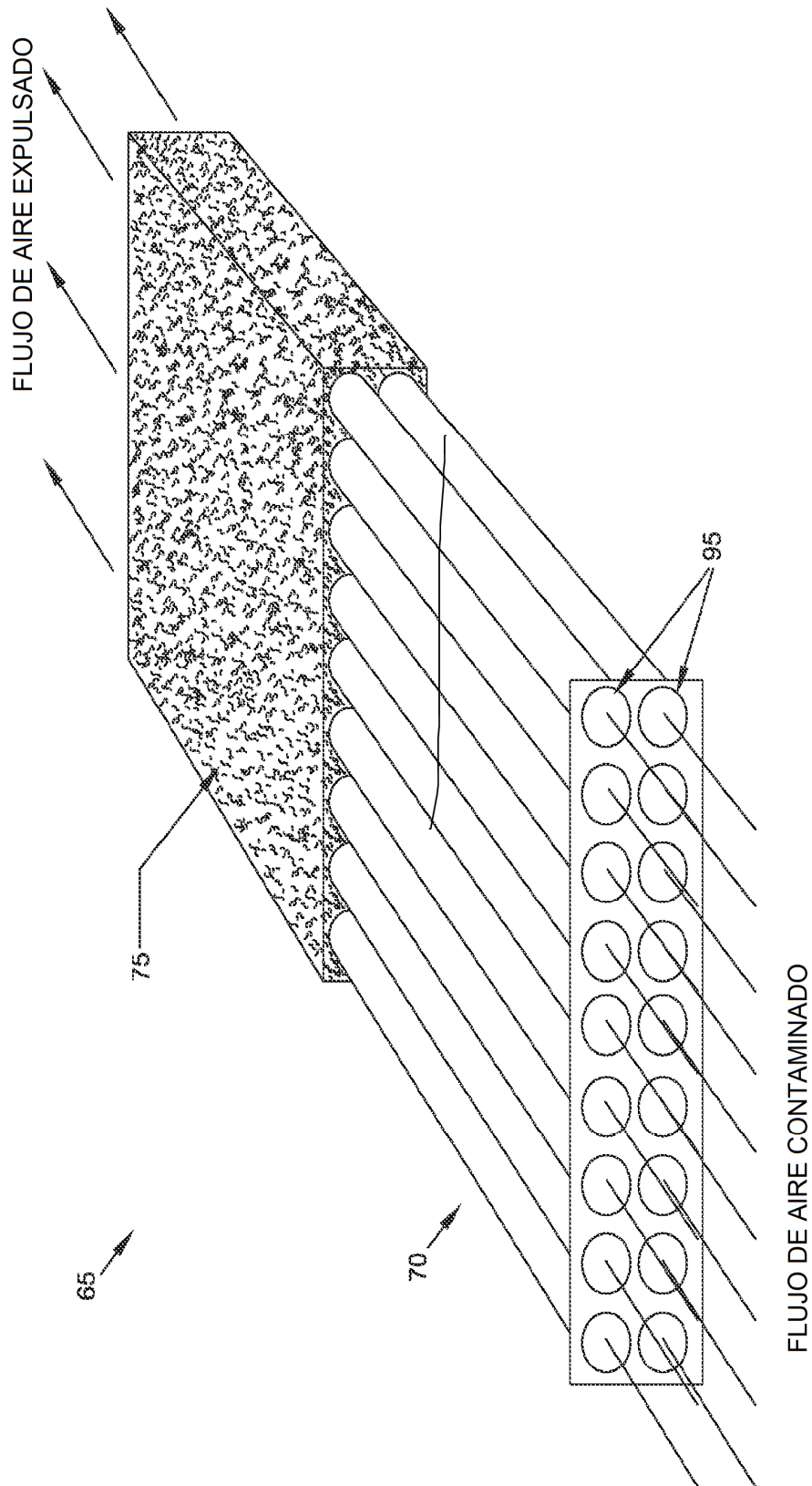


FIG. 10

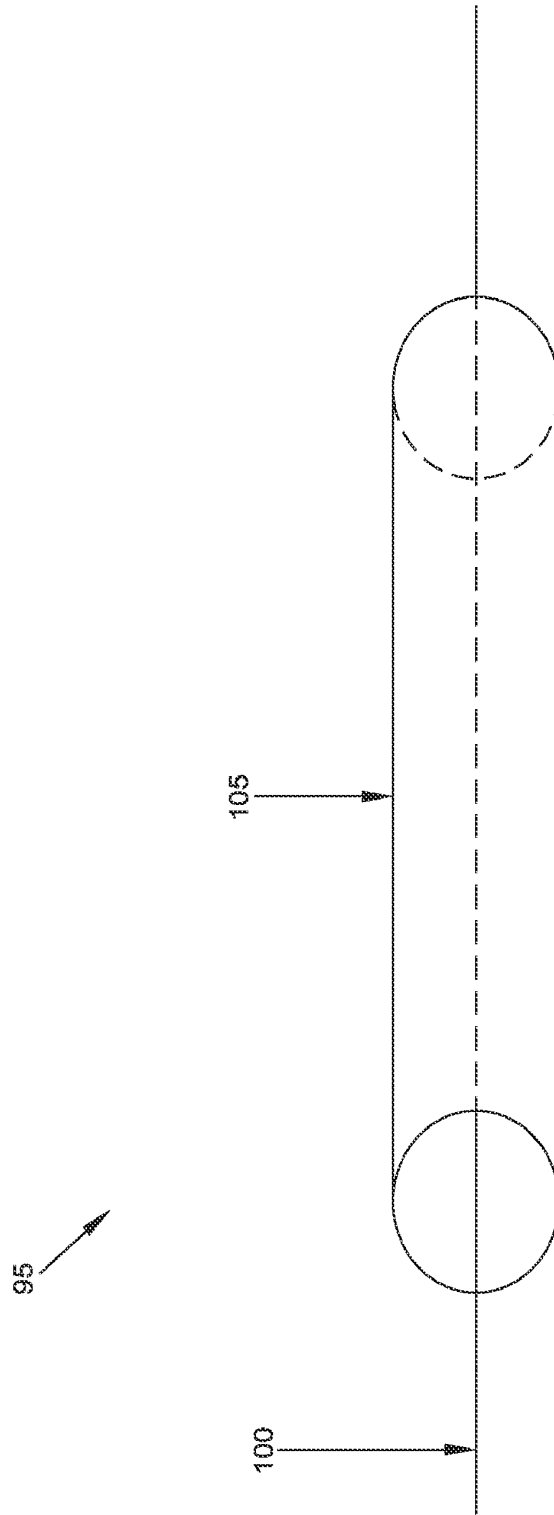


FIG. 11

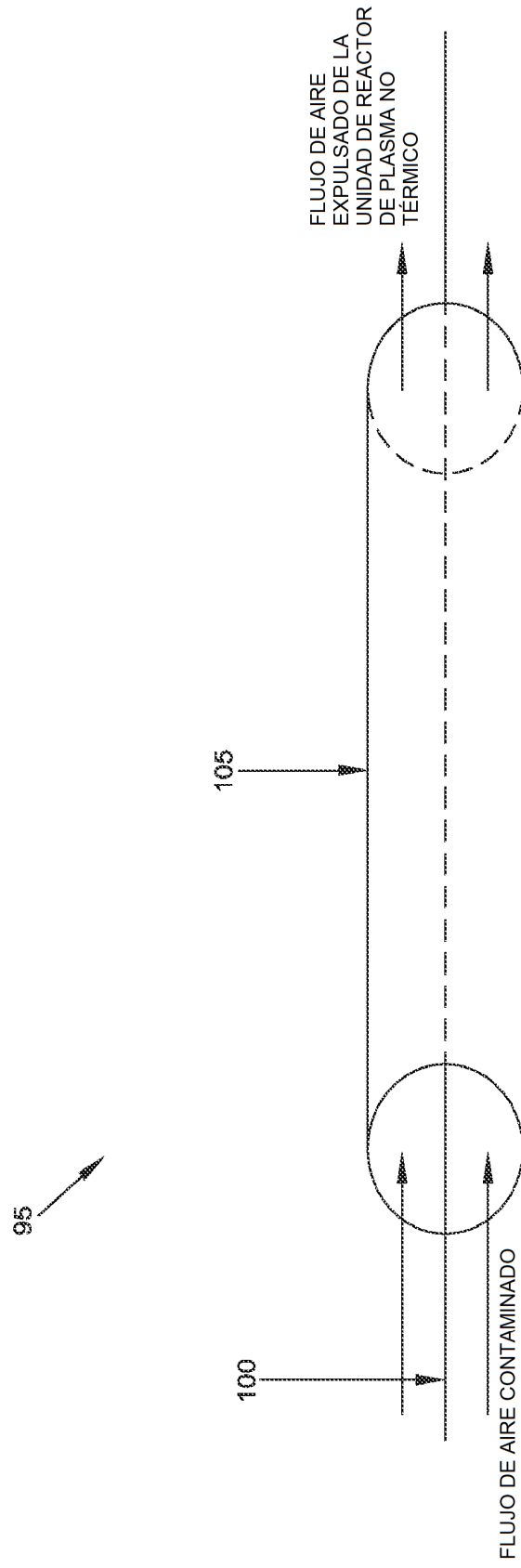


FIG. 12

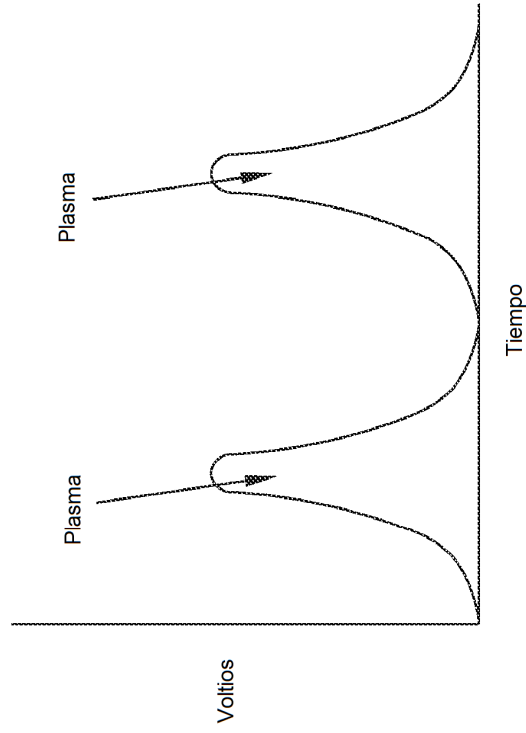


FIG. 13

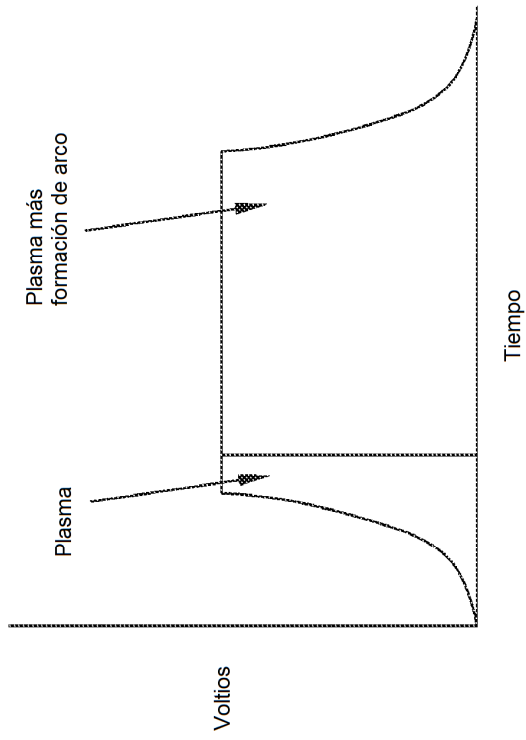


FIG. 14

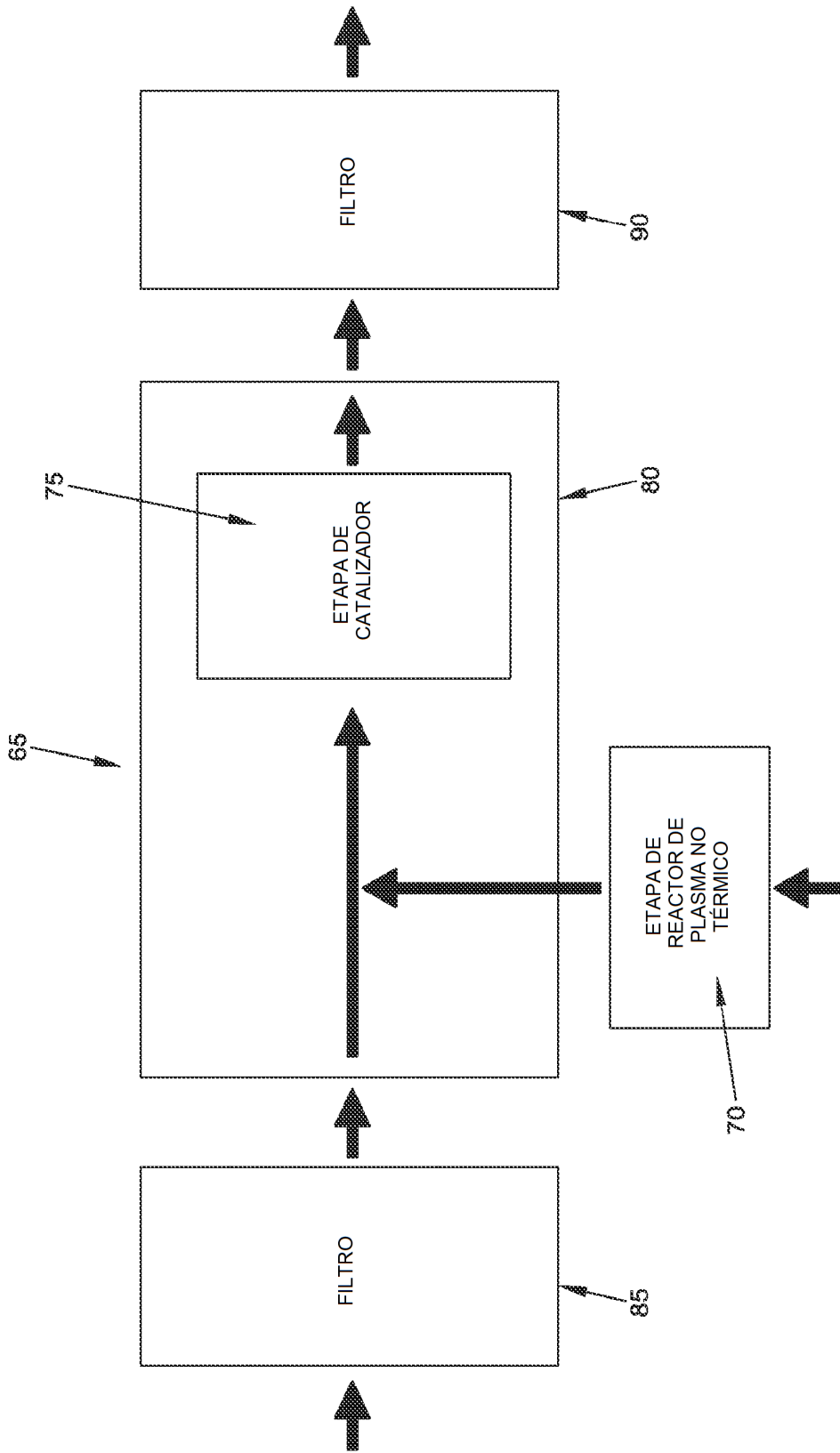


FIG. 15

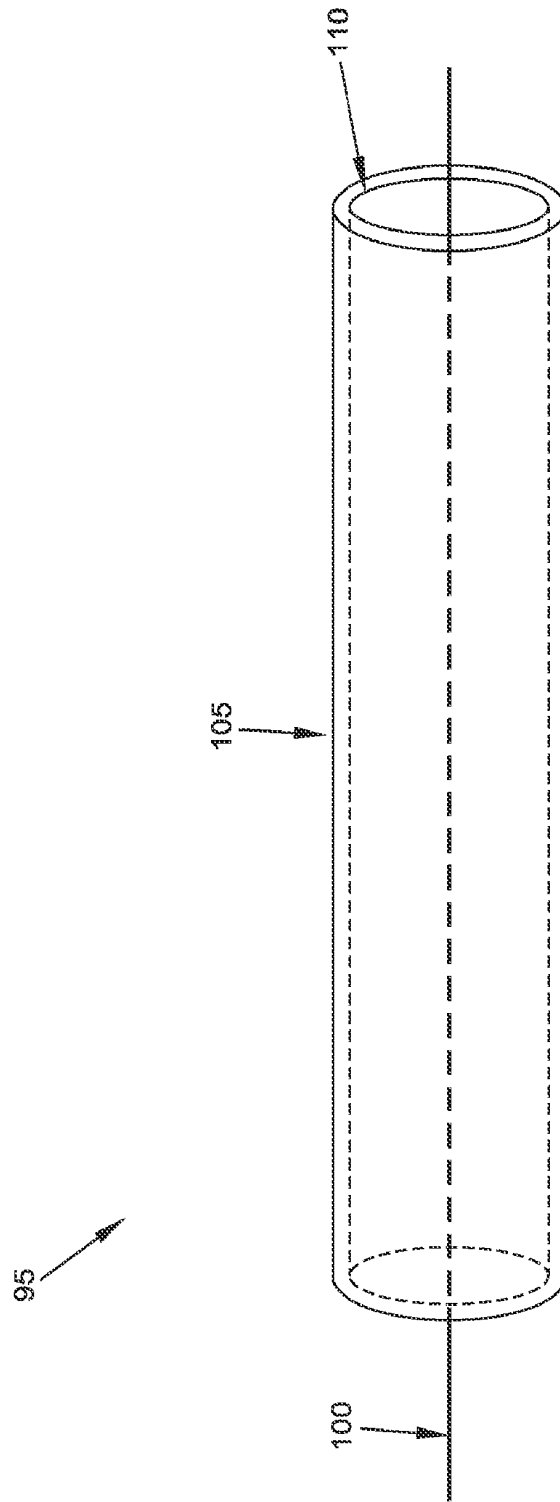


FIG. 16

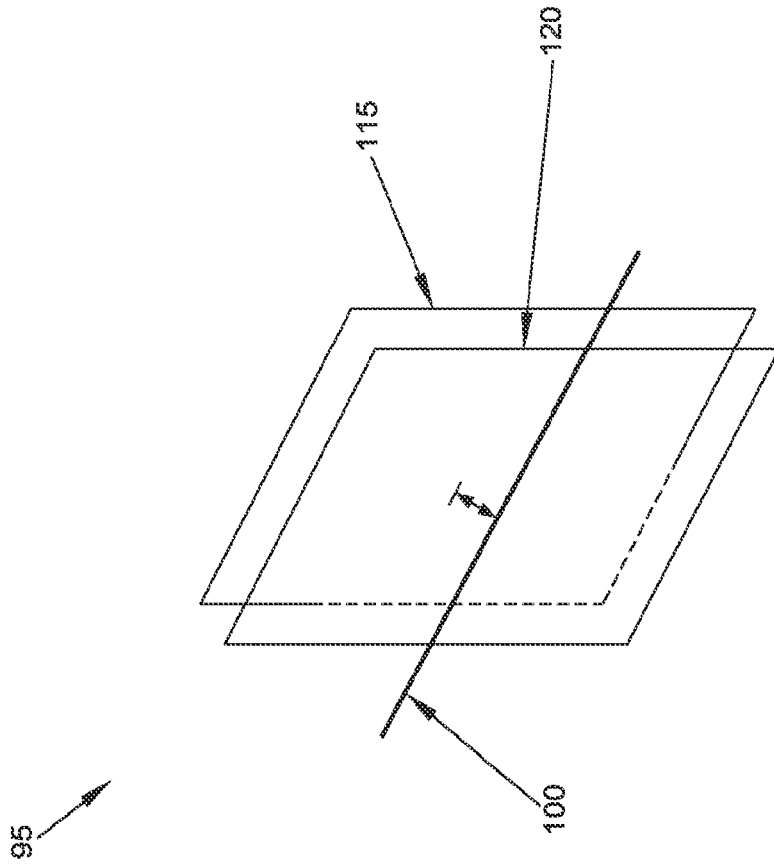


FIG. 17



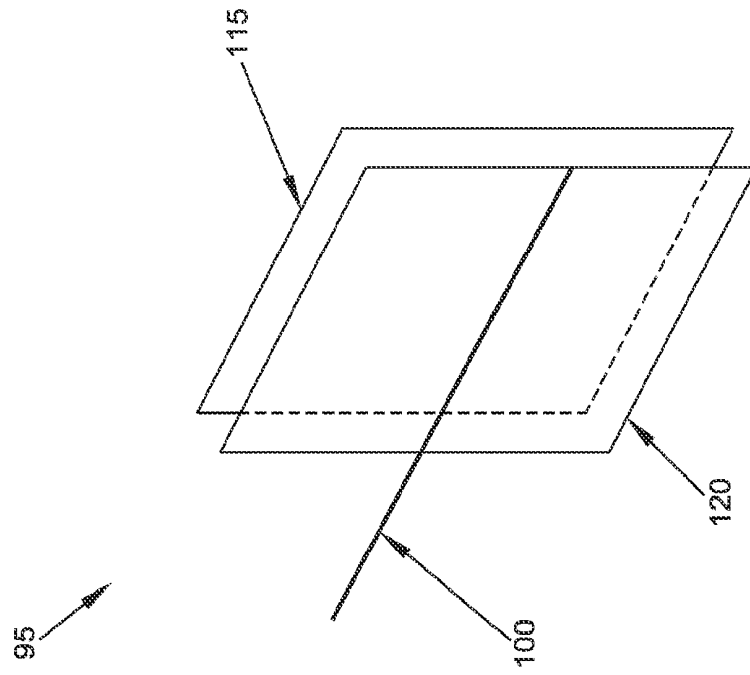


FIG. 18

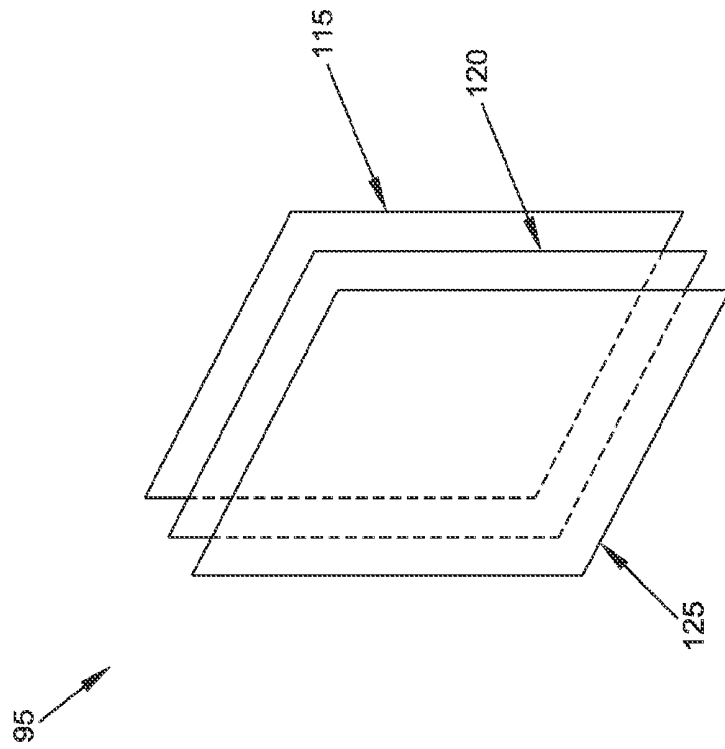


FIG. 19

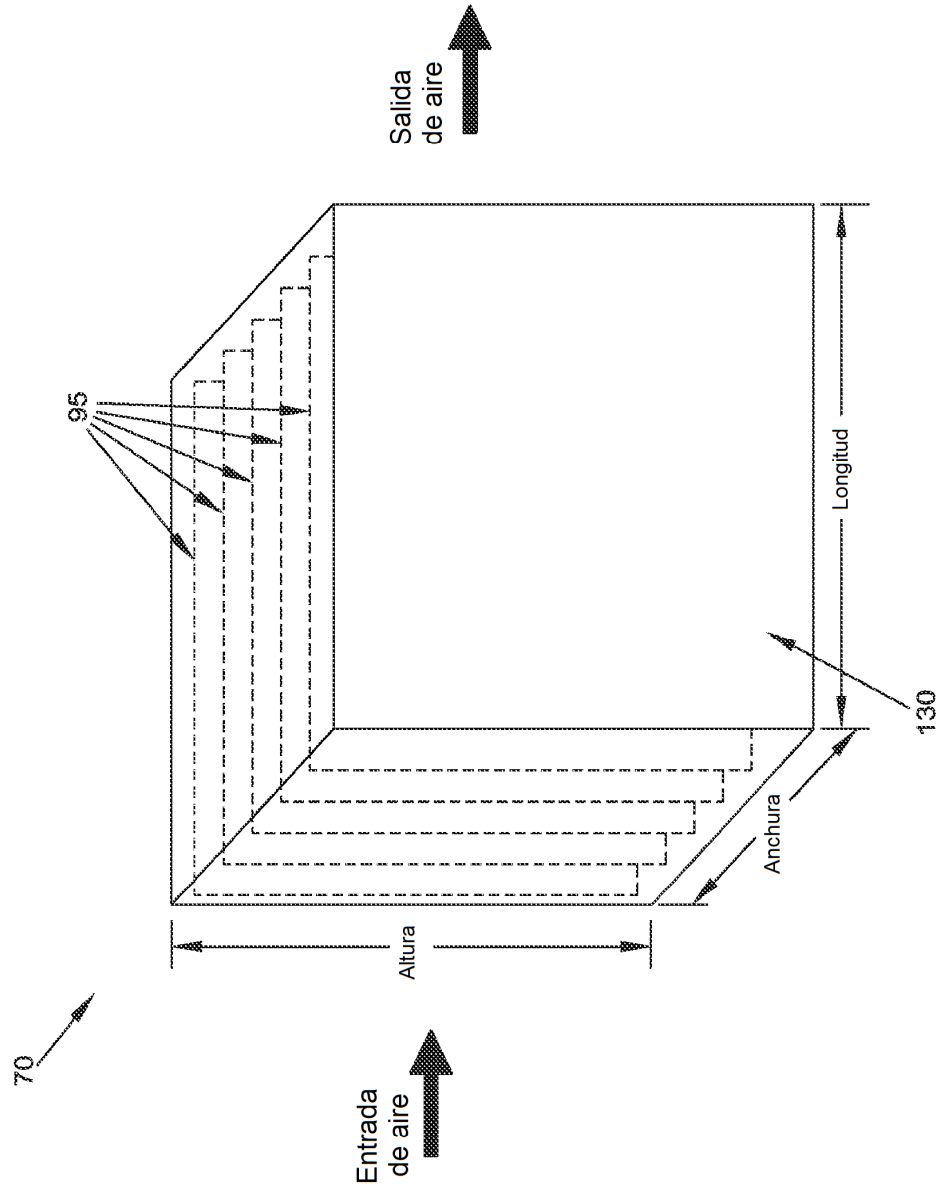


FIG. 20