

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 552**

51 Int. Cl.:

**H05H 1/24** (2006.01)

**A61L 9/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015 PCT/EP2015/054691**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.09.2015 WO15132368**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15708209 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 3097750**

54 Título: **Aparato de desinfección de aire y eliminación de contaminación**

30 Prioridad:

**05.03.2014 US 201461948266 P**  
**10.03.2014 GB 201404185**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.11.2018**

73 Titular/es:

**NOVAERUS PATENTS LIMITED (100.0%)**  
**Oyster Point Temple Road Blackrock**  
**Dublin, IE**

72 Inventor/es:

**DEANE, GRAHAM;**  
**MAUGHAN, KEVIN y**  
**SOBERON, FELIPE**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

ES 2 688 552 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 de desinfección de aire y eliminación de contaminación

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método y a un aparato de tratamiento de aire. Más específicamente, la invención se refiere a un método y a un aparato para inactivar patógenos presentes en el aire de interior y eliminar contaminantes del mismo. Dentro del contexto de la presente enseñanza se proporciona un método y un aparato que llevan a cabo una exposición del aire a una descarga de plasma atmosférico. Esta exposición da como resultado una eliminación de bacterias, virus y otros patógenos en el aire. La descarga de plasma también es responsable de la disociación de otros contaminantes presentes en el aire.

**Antecedentes de la invención**

Los contaminantes aéreos amenazantes para la salud pueden subdividirse en tres grupos; (a) patógenos aéreos que comprenden cualquier organismo que produce una enfermedad que se propaga por todo el entorno por medio del aire; (b) alérgenos aéreos que comprenden cualquier sustancia que, cuando se ingiere, se inhala o se toca, produce una reacción alérgica y, (c) compuestos orgánicos volátiles (VOC) aéreos que comprenden cualquier producto que está diseñado para pulverizarse a alta presión en forma de partículas diminutas que permanecen suspendidas en el aire. La última categoría incluye muchos compuestos químicos de limpieza, laca, diversos tipos de imprimador, y combustibles tales como gasolina y queroseno, así como otros productos domésticos, de belleza o entretenimiento. Algunos materiales textiles, en particular los fabricados recientemente, también contribuyen a VOC aéreos de interior cuando se desgasifican, o filtran productos químicos en forma gaseosa, a lo largo del tiempo.

Los contaminantes aéreos pueden acumularse significativamente en entornos de interior con el resultado de que el aire que respiramos puede llegar a contaminarse. Teniendo en cuenta que como promedio los seres humanos pasan aproximadamente el 90% de su tiempo en un entorno de interior, se apreciará que la eliminación de los contaminantes del aire de interior es importante para reducir alergias y prevenir la transmisión de infecciones, tal como el síndrome del edificio enfermo.

El control y la eliminación de contaminantes aéreos normalmente se lleva a cabo en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) a través de medios de filtro. Los filtros de los sistemas HVAC del estado de la técnica actual capturan partículas que van desde una fracción de un micrómetro (um) de diámetro. Los filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA) se definen (por el Departamento de energía de los EE.UU.) como aquellos que pueden capturar el 99,97% de las partículas con un diámetro de 0,3 um. Estas partículas constituyen el tamaño de partícula más penetrante y la eficiencia del filtro es mayor para partículas más grandes. Los filtros HEPA normalmente consisten en fibras de vidrio dispuestas aleatoriamente con diámetros de entre 0,2 y 0,5 um. Las partículas quedan atrapadas por las fibras mediante uno de tres mecanismos: intercepción, impacto y difusión. Sin embargo, se aprecia que estos filtros no eliminan microorganismos que con el tiempo pueden acumularse y crecer sobre el filtro que se convierte en un depósito de infección real que puede propagar las enfermedades por todo el sistema de ventilación. También se aprecia que la utilización de un filtro HEPA crea grandes caídas de presión en el sistema HVAC reduciendo el rendimiento global del sistema de ventilación.

Las tecnologías del estado de la técnica existentes para el control de patógenos aéreos pueden clasificarse como: (a) filtros o sistemas de atrapamiento aéreos, (b) sistemas de inactivación aéreos y, (c) cierta combinación de los anteriores.

Los sistemas de atrapamiento aéreos incluyen filtros HEPA o similares, tal como se describió anteriormente con dichas limitaciones. Alternativamente, se utilizan precipitadores electrostáticos, tal como el descrito en la publicación de patente estadounidense n.º 2013/0233172, para eliminar partículas del aire. La eficiencia de estos dispositivos varía con el tamaño de partícula. En particular, se sabe que muestran bajo rendimiento para partículas de un micrómetro o menos de tamaño, permitiendo que las bacterias y los virus aéreos fluyan a su través. Además, los precipitadores electrostáticos tienden a acumular polvo sobre las placas de recogida reduciendo su rendimiento a lo largo del tiempo.

Las tecnologías de inactivación aéreas existentes también incluyen las que utilizan compuestos químicos, radiación UV y subproductos de descarga de plasma.

Los ejemplos de inactivación química incluyen la utilización de vaporizadores anti-microbianos, normalmente ozono o peróxido de hidrógeno. Aunque estos sistemas son eficaces, también se producen alteraciones, requiriendo la evacuación del espacio de interior que va a tratarse y por tanto no son adecuados para su utilización en circunstancias de vida normales.

Las invenciones alternativas para la purificación de aire comprenden la utilización de emisión de luz ultravioleta (UV) para eliminar bacterias aéreas. Por ejemplo, la publicación internacional nº WO 2003/092751, describe un dispositivo en el que se hace pasar un fluido (por ejemplo, aire) a través de una serie de lámparas UV. Se aprecia que en esta solución el único mecanismo de inactivación es por medio de radiación UV.

La técnica anterior también incluye la utilización de radicales de plasma para la esterilización de un medio de filtro de aire; ver por ejemplo la publicación de patente estadounidense nº 2004/0184972 A1. En este documento, se propone que una descarga de plasma aguas arriba puede generar radicales activos que fluyen aguas arriba hacia un filtro medio y eliminan cualquier bacteria o virus atrapado por el filtro. Los filtros sólo capturan partículas que permiten potencialmente que la población de bacterias crezca sobre ellos. La divulgación de este documento es de manera que los radicales de plasma eliminan virus y bacterias atrapados por el filtro. Este documento proporciona, además, un filtro de destrucción de radicales para la destrucción de los radicales en exceso tras el medio de filtro. Estos radicales son tóxicos para los seres humanos. Se aprecia que los fallos de dicho filtro pueden dar como resultado la liberación de gases tóxicos sobre seres vivos.

Los tratamientos alternativos de aire contaminado por medio de conjuntos de generación de plasma se dan a conocer en los documentos US2006/0182672 A1 y US2007/0253860 A1.

En resumen, el estado de la técnica actual para la desinfección de aire y la eliminación de contaminantes se basa en, o bien dispositivos de atrapamiento de aire que dan como resultado la acumulación de patógenos que afectan al rendimiento del dispositivo y se convierte en un depósito para enfermedades infecciosas, o bien sistemas de inactivación de aire que se basan en sustancias peligrosas que representan riesgos graves para la salud humana. Por tanto, se aprecia que se requiere una solución de tratamiento de aire sin la utilización de medios de filtro o equivalentes. Además, una solución de este tipo no incluirá la generación de sustancias químicas peligrosas.

La invención dada a conocer en la presente memoria ofrece una solución viable para la desinfección de aire y el control de la contaminación.

### Sumario de la invención

Por lo tanto, una primera realización de la solicitud proporciona un aparato de tratamiento de aire tal como se detalla en la reivindicación 1. Unas formas de realización ventajosas se proporcionan en las reivindicaciones dependientes.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se entenderá más claramente a partir de la siguiente descripción de una forma de realización de la misma, proporcionada únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista de una forma de realización del aparato de la presente invención;

la figura 2 es una vista de la forma de realización de la figura 1 que presenta los componentes internos del aparato de la figura 1;

la figura 3 es una vista del aparato de la figura 1 que presenta los componentes internos y el flujo de aire a través de dicho aparato;

la figura 4 es una vista del conjunto de electrodo del aparato de la presente invención; y

la figura 5 es una vista explosionada del conjunto de electrodo de la figura 4.

### Descripción detallada de la invención

La presente enseñanza se refiere a un método y un aparato para la eliminación de VOC y la inactivación de patógenos incluyendo, pero sin limitarse a, bacterias, virus, hongos y moho.

Dentro del contexto de la presente enseñanza, se proporciona un método que comprende exponer un volumen de aire a una descarga de plasma atmosférico durante un periodo de tiempo dado. Dicho volumen de aire se hace fluir a través de un aparato que contiene la descarga de plasma atmosférico. El aparato sirve como alojamiento para la descarga de plasma y acciona un conducto de aire a través del cual se hace fluir el volumen de aire. El aire se fuerza a través del alojamiento del aparato mediante un impulsor o dispositivo que fuerza aire equivalente, por ejemplo, un ventilador. El aparato comprende regiones de entrada y salida para permitir el flujo de aire a través de las mismas. La descarga de plasma se genera aplicando alta tensión a un conjunto de par de electrodos. La alta tensión aplicada se genera mediante una fuente de alimentación adecuada que puede

mantener una descarga o bien de CC o bien de CA entre, alrededor de y/o sobre la superficie de dicho par de electrodos.

5 La inactivación de patógenos y la eliminación de VOC se debe a la interacción de diversas especies y a la radiación que emana de la descarga de plasma con patógenos aéreos. Las especies de plasma incluyen, pero sin limitarse a, electrones, iones y radicales reactivos generados por la descarga. Además, la descarga de plasma genera campos eléctricos y radiación ultravioleta. La eficacia de inactivación de dicha descarga de plasma es proporcional a la energía disipada por la descarga de plasma sobre un volumen de aire que fluye en las proximidades de la descarga. Esta energía es proporcional a la potencia aplicada para mantener la descarga  
10 de plasma y el periodo de tiempo de exposición. El tiempo de exposición de plasma de un volumen dado de flujo de aire a través del aparato es inversamente proporcional al flujo de aire.

Por tanto, se aprecia que la eficacia del aparato descrito en la presente memoria depende de dos parámetros básicos: la potencia de la descarga de plasma y el flujo de aire. Los expertos en la materia encontrarán que hay un intervalo de potencia y velocidades de flujo que cumplen diversos grados de inactivación a la vez que cumplen otros criterios para el sistema de tratamiento de aire, incluyendo el número de cambios de aire por hora en un tamaño de sala dado y la concentración permitida máxima de radicales generados por la descarga de plasma.  
15

20 La presente enseñanza puede entenderse adicionalmente haciendo referencia a una forma de realización ejemplificativa del aparato. La figura 1 muestra una proyección en 3D del aparato que consiste en un alojamiento 15 y las regiones de entrada 11 y salida 12 de aire. Estas regiones consisten en rejillas de abertura o ventilación en el alojamiento del aparato 15. Además, el aparato contiene dentro de su alojamiento, un impulsor 23, un conjunto de electrodos 24 y una alimentación 26 de alta tensión; tal como se indica en la figura 2. La figura 3  
25 ilustra además el flujo de aire inducido por el impulsor 23. El aire 37 se fuerza al interior del aparato por medio de la zona de entrada, se fuerza alrededor del conjunto de electrodo 24 y se expelle a través de las regiones de salida 12. La alimentación 26 de alta tensión, por ejemplo, un transformador de alta tensión, mantiene una descarga de plasma a través del conjunto de electrodo 24. La configuración y construcción de electrodos puede elegirse ente una variedad de disposiciones de electrodo para la descarga de plasma atmosférico. Los expertos  
30 en la materia encontrarán más de un diseño que puede adaptarse al aparato y el método descritos en la presente memoria. Por ejemplo, bastarán un par de cilindros de malla de alambre concéntricos separados por una barrera dieléctrica cilíndrica, compuestos por cerámica, vidrio u otro material adecuado.

35 En la figura 4 se muestra una forma de realización preferida para el conjunto de electrodo y el soporte. Esta figura ilustra adicionalmente el flujo 37 de aire alrededor de la superficie del conjunto de electrodo 24. En esta realización, el conjunto de electrodo 24 se muestra con un cilindro 49 de malla de alambre exterior y el conjunto 24 incluye soportes de montaje 48. El modo de plasma en esta realización es de un tipo de descarga de barrera dieléctrica (DBD) con un cilindro de malla de alambre interior aislado mediante un tubo de vidrio dieléctrico, tal como se explicará con referencia a la figura 5. La forma cilíndrica del conjunto de electrodo garantiza que la  
40 malla exterior se extiende completamente de manera circunferencial alrededor del conjunto de electrodo y que el plasma se descarga de manera uniforme en todas direcciones desde el conjunto de electrodo.

Se apreciará que los parámetros de tensión y corriente requeridos para lograr una descarga de barrera dieléctrica dependerán principalmente de la naturaleza del dieléctrico utilizado, tal como se comentará  
45 adicionalmente a continuación en la presente memoria. En general, no son prácticas tensiones de funcionamiento por debajo de 1 kV, y preferentemente se utiliza una tensión de funcionamiento en el intervalo de desde 1 hasta 6 kV, lo más deseablemente de desde 3 hasta 5 kV, por ejemplo, aproximadamente 4 kV. Se apreciará que la corriente requerida para mantener la descarga de barrera dieléctrica es significativamente menor que la requerida para iniciarla. La corriente (y por tanto, la potencia) de las unidades de generador de plasma se expresa normalmente en términos de la corriente de partida. Debe utilizarse una corriente (de partida) en el intervalo de desde 1 hasta 10 mA, preferentemente de al menos 3 mA. La potencia de la unidad naturalmente dependerá de la combinación de tensión y corriente. Generalmente, la potencia no será de más de 50 vatios, y preferentemente es de al menos 4 vatios. Normalmente, la potencia está en el intervalo de desde 10 hasta 40 vatios. En particular, se ha encontrado que estos niveles de potencia son convenientes con una unidad  
50 de aparato que presenta un volumen de conducto del orden de 0,02 a 1,0 m<sup>3</sup>. Incluso con tales unidades de descarga de barrera dieléctrica de baja potencia se ha encontrado que es posible lograr concentraciones altamente inactivantes localizadas bien delimitadas de agentes anti-patogénicos suficientes para inactivar una amplia variedad de patógenos o contaminantes aéreos, tal como se pone de manifiesto a partir de los datos de la tabla 1 y la tabla 2 a continuación.  
55

60 Ventajosamente, el generador de plasma está acoplado a un transformador que está dotado de un/unos dispositivo(s) antisobretensión y/o antiaumento súbito, con el fin de minimizar las fluctuaciones transitorias de la tensión de salida por encima del nivel normal, lo que daría como resultado la prolongación temporal de la zona de inactivación fuera del alojamiento dentro del cual se proporcionan los electrodos y/o la generación de niveles de agentes anti-patogénicos excesivamente altos.  
65

Resulta importante que el transformador está ubicado fuera de la trayectoria directa del flujo de aire para minimizar el riesgo de exposición a plasma/agentes anti-patogénicos y la posible ruptura en el transcurso de la utilización del aparato. Tal como se mencionó anteriormente, esto también garantiza que el transformador no interfiere con el flujo de aire que se hace pasar por el conjunto de electrodo.

5

También puede proporcionarse una alimentación de CA en el aparato. Preferentemente, esta está ubicada conjuntamente con el transformador, de manera que no obstruye demasiado el flujo de aire. Puede utilizarse un amplio intervalo de frecuencias en la alimentación de CA al dispositivo de descarga de barrera dieléctrica de baja potencia, y de hecho, pueden utilizarse de manera segura frecuencias algo más altas de lo que es posible con los generadores de plasma de alta potencia convencionales. De manera conveniente, puede utilizarse una alimentación de CA con una frecuencia en el intervalo de desde 50 hasta 1000 Hz.

10

Se apreciará que el dimensionamiento y la colocación de los electrodos que definen la unidad de descarga con respecto a la trayectoria de flujo de aire son bastante importantes. El conducto dentro del que se ubican no debe ser más pequeño que un volumen requerido para contener la zona de inactivación del plasma generado por la descarga de barrera dieléctrica y no tan grande que sustancialmente la totalidad del flujo de aire dentro del alojamiento no pase a través de dicha zona de inactivación en el transcurso de su tránsito a través del aparato. Se apreciará que, en este contexto, la zona de inactivación es un volumen que rodea a la unidad de descarga que contiene una concentración elevada de agentes antipatógenos, suficiente para inactivar sustancialmente patógenos o contaminantes aéreos. La zona de inactivación está situada sobre la superficie exterior de la unidad de descarga y en una dirección hacia abajo. La zona de inactivación total es la combinación de todas las fases aguas arriba, medias y aguas abajo, ya que los agentes anti-patogénicos tienden a dispersarse en todo el volumen y producir la desactivación de microorganismos.

15

20

25

De manera deseable, el flujo de aire se hace pasar por encima y por debajo de los electrodos de la unidad de descarga y no se hace pasar a través de ella, es decir, no hay huecos de aire dentro de la unidad de descarga que permitan que entre aire o que puedan mantener potencialmente una acumulación en agentes antipatógenos.

30

Según la presente enseñanza, se proporciona una unidad de descarga que se utiliza de manera deseable con un dieléctrico sólido para proporcionar una descarga de barrera dieléctrica que los presentes inventores han encontrado que se proporciona con el fin de obtener un rendimiento de generación de plasma más constante y fiable. También son posibles diversas geometrías. Sin embargo, para la presente solicitud, se prefiere una geometría generalmente tubular, con un dieléctrico tubular con electrodos generalmente tubulares en las caras interior y exterior del mismo. Esta forma tubular funciona para dirigir el flujo de aire alrededor de la unidad de descarga. Se apreciará que se genera plasma en ambos electrodos. Preferentemente, se utiliza un electrodo de forma generalmente de malla, proporcionando una bobina, con el fin de maximizar las zonas de superficie de dieléctrico en las que se genera plasma. En este sentido se apreciará que las mallas sustancialmente "cerradas" son menos deseables ya que reducen la superficie de dieléctrico expuesta. Por otra parte, las mallas excesivamente "abiertas" generalmente son menos eficaces en la cantidad de plasma generado para un tamaño de unidad dado. Todavía más preferentemente, los electrodos son una malla cilíndrica perfectamente coaxial donde el dieléctrico está intercalado entre ellos. En este contexto, preferentemente la unidad de descarga de baja potencia comprende electrodos de rejilla de metal tubulares concéntricos separados por un dieléctrico.

35

40

45

En una forma de realización altamente preferida, la unidad de plasma de descarga de baja potencia comprende electrodos de rejilla de metal de acero inoxidable tubulares. Aunque en la técnica se conocen otros diversos materiales de electrodo adecuados, el acero inoxidable es particularmente conveniente debido, entre otras cosas, a su resistencia a la corrosión y al daño oxidativo y a otros daños de la descarga de plasma. El fin de los electrodos de rejilla de metal es maximizar la superficie disponible para la descarga de corona de barrera dieléctrica y por tanto, la generación de plasma. Sin embargo, otros factores, tales como los efectos sobre el campo electromagnético generado, particularmente los efectos de histéresis relacionados con la generación y el colapso del campo durante el ciclo de 50 Hz de la corriente alterna, también influyen en la elección de la rejilla de metal y en la finura de la malla. En una forma de realización preferida, la rejilla de metal en el electrodo exterior es más gruesa que el del electrodo interior, ya que esto favorece la producción de plasma en el electrodo exterior, más que en el interior. En una forma de realización más preferida, el tamaño de malla del electrodo interior es de desde 50 hasta 30\*45 hasta 25 (por pulgada o 25,4 mm) y el del electrodo exterior es de 35 a 20\*40 a 20. En una forma de realización particularmente favorecida, el tamaño de malla del electrodo 204 interior es de 40\*34 (por pulgada o 25,4 mm) utilizando un alambre de 38 swg (0,15 mm de diámetro) y el del electrodo exterior es de 24\*28 utilizando un alambre de 30 swg (0,3 mm de diámetro).

50

55

60

También es deseable para que tenga lugar la descarga de barrera dieléctrica eficaz, que la masa de los electrodos esté sustancialmente equilibrada, es decir que difiera en no más del 20%, preferentemente en no más del 10%. Esto es especialmente significativo en el caso de la unidad de descarga de configuración tubular mencionada anteriormente.

65

También se apreciará que la potencia de la unidad de plasma de descarga de barrera dieléctrica está relacionada con el tamaño de los electrodos. En general, se prefiere que cada uno de los electrodos de malla

tenga un área en el intervalo de desde 25 hasta 100 cm<sup>2</sup>, preferentemente desde 40 hasta 90 cm<sup>2</sup>. Ejemplos típicos de una bobina proporcionada según la presente enseñanza es una que presenta una longitud de 5,5 cm o 13 cm y que presenta un diámetro de 2,9 cm de diámetro. Tales bobinas presentarán áreas a título de ejemplo de 50 y 118 cm<sup>2</sup>, respectivamente. La potencia consumida por las bobinas de plasma está en el intervalo 10 a 20 W, dando como resultado una densidad de potencia de 0,2 a 0,4 W/cm<sup>2</sup> y de 0,08 a 0,16 W/cm<sup>2</sup> para cada bobina. De manera deseable, un generador de plasma que comprende una bobina según la presente enseñanza funcionará con valores de densidad de potencia menores de 1 W/cm<sup>2</sup> y normalmente en el intervalo de desde 0,1 hasta 0,5 W/cm<sup>2</sup>. Se apreciará que, con un dieléctrico sólido, la generación de un plasma a través de la utilización de una descarga de barrera dieléctrica es mucho más dependiente del grosor del dieléctrico, y especialmente a tensiones inferiores, tal como se utiliza según las presentes enseñanzas, es necesario minimizar el grosor del dieléctrico. También se entenderá, no obstante, que la unidad de descarga debe ser suficientemente fuerte como para evitar el daño por las tensiones sustanciales encontradas dentro de una zona de plasma de descarga.

La figura 5 representa una vista en despiece ordenado del conjunto de electrodo 24 y los soportes 48 de la figura 4. La malla de alambre interior 510 y la malla de alambre exterior 49 están conectadas eléctricamente a contactos de electrodo 512. Se aplica alta tensión a los contactos de soporte 513 permitiendo alta tensión de polaridades opuestas en la malla de alambre interior 510 y exterior 49. La potencia para accionar el conjunto de electrodo se proporciona de manera adecuada por un transformador (no representado). Puede utilizarse cableado para proporcionar la tensión desde el transformador hasta el soporte de contactos 513, que a su vez proporcionan la tensión a los contactos de electrodo 512. El conjunto de electrodo se mantiene junto mediante los capuchones 511 aislantes. El conjunto está soportado por los soportes aislantes 48 y está bloqueado en su sitio en los soportes 48 mediante remaches 515 de empuje. Los capuchones 511 aislantes y los soportes 48 garantizan que cualquier tensión aplicada a los contactos de soporte 513 no se aplique inadvertidamente al alojamiento del aparato. Los soportes 48 están montados dentro del alojamiento 15 del aparato de manera que el conjunto de electrodo está situado transversal a la dirección del flujo 37 de aire. Esto puede observarse también a partir de la figura 3.

También debe apreciarse que la configuración de la malla de alambre interior y exterior que mantiene contacto directo alrededor de sus áreas superficiales totales respectivas del tubo de vidrio dieléctrico garantiza que no haya bolsas de aire alrededor del conjunto dieléctrico 24 donde pueden acumularse niveles elevados de plasma.

La colocación transversal del conjunto de electrodo 24 en relación con la corriente de aire que transporta el aire que va a purificarse o tratarse de otro modo también es importante, ya que garantiza que el flujo de aire no pueda circunvalar el conjunto de electrodo sin exponerse a descarga de plasma. Específicamente, el conjunto de electrodo está dispuesto para generar y descargar plasma dentro de una zona de inactivación proximal a la unidad de electrodo. Los presentes inventores utilizan el conocimiento de que una eficacia de inactivación de dicha descarga de plasma depende del aire que fluye en las proximidades de la descarga de plasma y por tanto disponer el conjunto de electrodo transversal a la dirección del flujo de aire garantiza que se crea una zona de inactivación alrededor de la unidad de electrodo 24 a través de la cual debe pasar el flujo 37 de aire con el fin de alcanzar las regiones de salida 12.

Según la presente enseñanza, el montaje del conjunto de electrodo 24 alejado de la superficie interna del alojamiento 15 del aparato también es beneficioso. Un montaje de este tipo puede proporcionarse mediante la utilización de soportes 48 que garantizan la eficacia máxima del conjunto de electrodo 24. El plasma se descarga de la malla exterior 49 para crear la zona de inactivación mencionada anteriormente. Al tener el conjunto de electrodo elevado, esta zona de inactivación se extiende completamente alrededor del conjunto de electrodo y puede pasar aire tanto por encima como por debajo del conjunto de electrodo 24 a la vez que se somete al mismo nivel de plasma.

La concentración de plasma en la zona de inactivación, creada por el conjunto de electrodo, es suficiente para inactivar eficazmente el material contaminante aéreo arrastrado en el flujo de aire. Además, la concentración de plasma disminuye suficientemente fuera de la zona de inactivación de modo que la concentración de cualquier agente anti-patogénico creado por la descarga de plasma en el aire limpio expulsado de las regiones de salida 12 del aparato está a un nivel fisiológicamente aceptable.

Debe apreciarse que, tal como se describió anteriormente, el método y el aparato de la presente invención no incluyen la utilización de sistema de filtración de aire física, tal como pre-filtro, filtros HEPA o equivalentes.

En una forma de realización alternativa del aparato, se dirige o se fuerza aire alrededor de la descarga de plasma a través de un sistema de conductos. Dicho sistema de conductos está diseñado para garantizar que todo el flujo de aire alrededor de la descarga de plasma esté dentro de 1 centímetro de la descarga.

Las pruebas a título de ejemplo de un aparato proporcionado según la presente enseñanza mostraron eficacia en eliminar tanto bacterias como virus. La tabla 1 muestra datos a título de ejemplo para pruebas de bacterias, mientras que la tabla 2 muestra resultados similares para pruebas virales.

ES 2 688 552 T3

<i>Escherichia coli</i>	Gram negativa	2,1E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. typhimurium</i>	Gram negativa	4,6E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>E. agglomerans</i>	Gram negativa	3,9E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>E. gergoviae</i>	Gram negativa	4,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>A. aerogens</i>	Gram negativa	7,1E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. marcescens</i>	Gram negativa	8,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>E. sakazakii</i>	Gram negativa	3,4E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>E. coli</i> 0157 H:7	Gram negativa	3,5E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>P. aeruginosa</i>	Gram negativa	6,1E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>P. putida</i>	Gram negativa	8,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. aureus</i> Oxford	Gram positiva	4,3E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. aureus</i> MSRA	Gram positiva	4,8E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. epidermidis</i>	Gram positiva	3,7E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>M. luteus</i>	Gram positiva	9,0E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. faecalis</i>	Gram positiva	7,3E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. pyogenes</i>	Gram positiva	3,6E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>B. cereus</i>	Gram positiva	7,1E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>B. globigii</i>	Espora de Gram positiva	7,9E+05	1,0E+01	>5	99,999
<i>B. subtilis</i>	Espora de Gram positiva	2,1E+05	3,0E+01	>5	99,986
<i>B. megaterium</i>	Espora de Gram positiva	6,2E+05	9,0E+01	>5	99,985
<i>S. cerevisiae</i>	Levadura	4,3E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. bailli</i>	Levadura	7,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
Especies mixtas de <i>Pichia</i>	Levadura	6,3E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>S. ludwigii</i>	Levadura	6,0E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>A. niger</i>	Micelio de moho	6,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>A. flavus</i>	Micelio de moho	7,8E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>F. poea</i>	Micelio de moho	7,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>P. digitatum</i>	Micelio de moho	6,9E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>F. gramineum</i>	Micelio de moho	4,3E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>A. niger</i>	Espora de moho	8,2E+05	7,0E+01	>5	99,991
<i>A. flavus</i>	Espora de moho	6,7E+05	5,0E+01	>5	99,993
<i>F. poea</i>	Espora de moho	8,2E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>P. digitatum</i>	Espora de moho	6,7E+05	0,0E+00	>5	>99,999
<i>F. gramineum</i>	Espora de moho	2,9E+05	0,0E+00	>5	>99,999

Tabla 1

Organismo	Clase	ufc/m <sup>3</sup> /h medias en la corriente de tratamiento de entrada	ufc/m <sup>3</sup> /h medias tras la corriente de salida de tratamiento	Log/ufc/m <sup>3</sup> /h de disminución media tras la corriente de salida de tratamiento	Reducción en porcentaje aparente
CTX	ADN monocatenario	4,3E+12	8,1E+02	>12	>99,999
ScV-L-BC	ARN bicatenario	9,2E+12	4,6E+02	>12	>99,999
FcoV (atenuado)	+ARN monocatenario	7,1E+12	3,0E+02	>12	>99,999
Fago T4	ADN bicatenario	5,3E+12	7,4E+02	>12	>99,999

Tabla 2

5 En ambos ejemplos de la tabla 1 y la tabla 2, un dispositivo según la presente enseñanza con el generador de plasma que funciona a densidades de potencia menores de 1 W/cm<sup>2</sup> logró una tasa de eliminación de >Log 5 para todas las clases de materia bacteriana o vírica.

10 Las situaciones en las que las aplicaciones antimicrobianas de la invención son especialmente útiles incluyen hospitales, zonas de preparación de alimentos, laboratorios y ubicaciones con ventilación limitada, donde puede recircularse aire. El almacenamiento de instrumentos y materiales estériles en una atmósfera esterilizada por medio de la invención puede prolongar su vida útil de almacenamiento, con consiguientes ahorros considerables. La invención proporciona un medio de suministro de una unidad para un almacenamiento de este tipo con aire seco, estéril que puede mantener la esterilidad de los instrumentos almacenados durante periodos prolongados. Una aplicación particularmente útil es en edificios dañados por inundaciones, donde la eliminación de esporas fúngicas del aire puede minimizar el crecimiento posterior de moho y el desarrollo de podredumbre en el material textil del edificio, con una reducción significativa en el daño y los costes de reparación. En otra aplicación, el aparato puede instalarse en conductos o tuberías que llevan un flujo de aire, tal como puede utilizarse por ejemplo en un sistema de acondicionamiento de aire.

25 Se apreciará que, en general, cuando están eliminándose contaminantes o patógenos aéreos de una sala u otro espacio más o menos cerrado, la cantidad de tratamiento requerido dependerá de la naturaleza del contaminante/patógeno, y posiblemente también de la carga del mismo en el aire. Aunque en principio pueden utilizarse múltiples pases para reducir progresivamente la carga del contaminante/patógeno, es una ventaja particular de la invención que las concentraciones de agente anti-patogénico relativamente altas que pueden lograrse el aparato de la invención dentro de la zona de inactivación contenida, pueden proporcionar habitualmente la inactivación sustancialmente completa dentro de un solo paso, minimizando de ese modo el número de cambios de aire requeridos. Normalmente, cuando se desea eliminar contaminantes bacterianos, deben proporcionarse al menos 5 cambios de aire por hora, mientras que, en el caso de ubicaciones con cargas de humo de tabaco de moderadas a altas, puede ser deseable proporcionar al menos 10 o más cambios de aire. El flujo de aire total requerido para tratar una sala puede determinarse fácilmente a partir del volumen de la sala y el número de cambios de aire requeridos. Aunque en principio podría ser posible lograr velocidades de flujo superiores con tamaños más grandes del aparato, generalmente se prefiere lograrlos utilizando múltiples unidades de aparato. En este sentido, se apreciará que puede montarse más de una unidad de plasma de descarga en el mismo conducto, siempre que todas las zonas de inactivación de todos los generadores estén contenidas dentro del conducto. Además, puede alimentarse más de una unidad de descarga mediante un transformador (común), si bien la potencia total del transformador se dividirá entonces entre las unidades de descarga.

40 Las palabras comprende/que comprende cuando se utilizan en esta memoria descriptiva son para especificar la presencia de características, número enteros, etapas o componentes establecidos pero no excluyen la presencia o adición de una o más de otras características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de tratamiento de aire que comprende:

5 un alojamiento (15) que define un trayecto de flujo de aire entre una entrada (11) y una salida (12);  
un impulsor de flujo de aire (23) dispuesto para inducir un flujo de aire a través de dicho trayecto de flujo de aire; y

10 un conjunto de electrodo (24) suspendido dentro del trayecto de flujo de aire y orientado transversal al trayecto de flujo de aire inducido; en el que el conjunto de electrodo (24) está configurado de manera que se fuerza aire dentro del aparato por medio de la entrada (11), se fuerza alrededor del conjunto de electrodo (24) y se expulsa a través de la salida (12), haciéndose pasar así el aire por encima y por debajo del conjunto de electrodo (24) y no haciéndose pasar a través del conjunto de electrodo (24);

15 en el que el conjunto de electrodo (24) está configurado para funcionar a una densidad de potencia inferior a 1 W/cm<sup>2</sup> para generar funcionalmente una descarga de plasma de manera circunferencial alrededor de un eje longitudinal del conjunto de electrodo (24) y en cuyo interior partículas o constituyentes de aire dentro del flujo de aire inducido se expondrán al plasma.

20 2. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 1, en el que el conjunto de electrodo está conformado cilíndricamente presentando una longitud superior a su diámetro, estando orientado el conjunto de electrodo dentro del alojamiento de manera que su eje longitudinal está previsto transversal al trayecto del flujo de aire inducido.

25 3. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 2, que comprende además un soporte en cada extremo del conjunto de electrodo para montar el conjunto de electrodo en la posición elevada lejos de las paredes laterales del alojamiento; opcionalmente en el que los soportes comprenden un material aislante para impedir la conducción entre el conjunto de electrodo y el alojamiento.

30 4. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 2, en el que el conjunto de electrodo incluye una malla interior cilíndrica y una malla exterior separadas por una barrera dieléctrica cilíndrica.

35 5. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 4, en el que el conjunto de electrodo incluye un capuchón aislante en cada extremo del conjunto de electrodo para mantener la malla interior, la malla exterior y la barrera dieléctrica en contacto entre sí.

40 6. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 4 o 5, en el que una superficie respectiva de la malla interior y una malla exterior está en contacto completo con la barrera dieléctrica cilíndrica.

7. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la malla interior y la malla exterior están conectadas eléctricamente a unos contactos de electrodo en cada extremo del conjunto de electrodo, proporcionando los contactos una tensión de polaridades opuestas a las mallas interior y exterior.

45 8. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que por lo menos una de la malla interior y la malla exterior se extienden completamente alrededor del conjunto de electrodo.

50 9. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 8, en el que por lo menos una de la malla interior y la malla proporcionan una superficie continua alrededor de un eje longitudinal del conjunto de electrodo.

10. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el alojamiento comprende un sistema de canalización para dirigir el trayecto del flujo de aire hacia y alrededor del conjunto de electrodo;

55 opcionalmente en el que el alojamiento está conformado rectangular con la entrada en un primer extremo y la salida en un segundo extremo; y opcionalmente, en el que la salida incluye una zona de salida sobre cada uno de dos lados adyacentes del alojamiento.

60 11. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aire sale de la salida transversal al trayecto del flujo de aire.

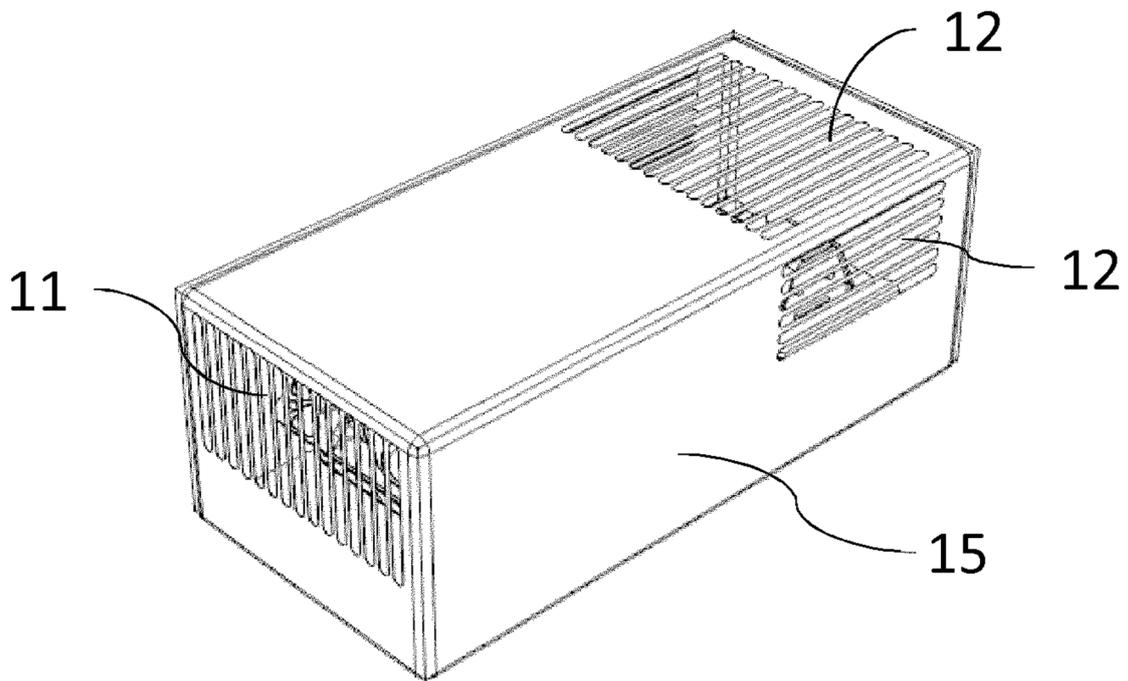
12. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de alimentación se hace funcionar a una densidad de potencia en el intervalo de 0,1 a 0,5 W/cm<sup>2</sup>.

13. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador de plasma comprende unos electrodos de rejilla de metal tubulares concéntricos separados por un dieléctrico; opcionalmente en el que los electrodos comprenden una malla.

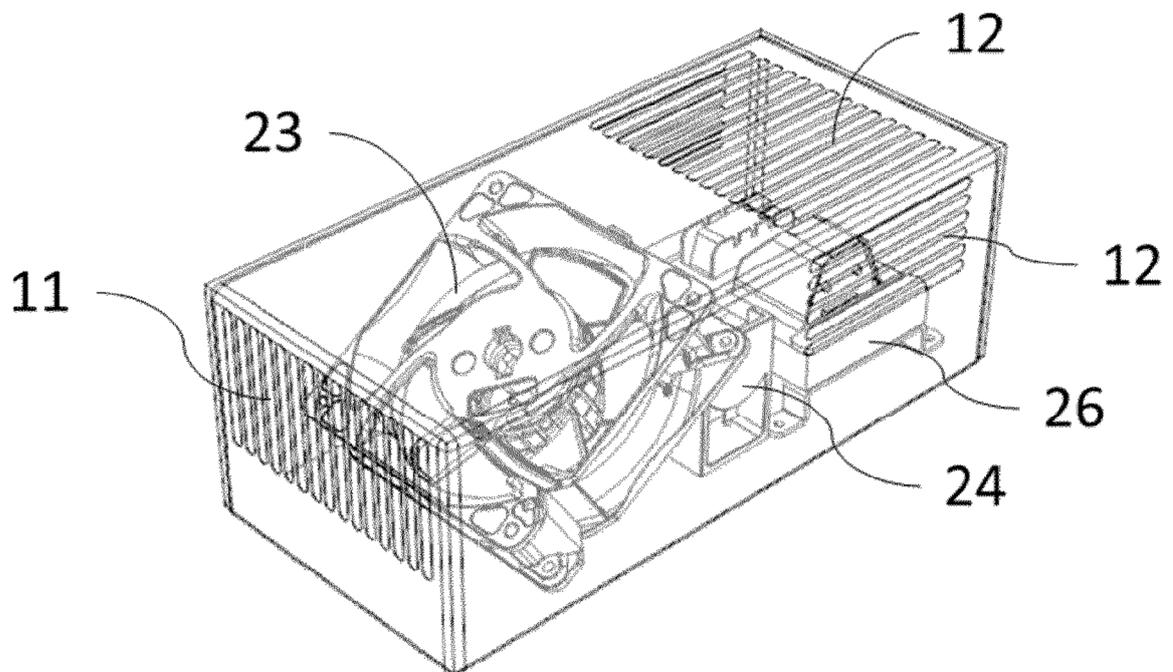
5 14. Aparato de tratamiento de aire según la reivindicación 13, en el que están previstos unos electrodos interior y exterior y la rejilla sobre el electrodo exterior es más gruesa que el del electrodo interior para favorecer la producción de plasma sobre el electrodo exterior, en vez de en el interior;

10 opcionalmente en el que el electrodo interior presenta un número de malla de 40\*34 por 25,4 mm utilizando un alambre de 0,15 mm de diámetro y el electrodo exterior presenta un número de malla de 24\*28 por 25,4 mm utilizando un alambre de diámetro 0,3 mm.

15 15. Aparato de tratamiento de aire según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato está configurado de manera que todo el flujo de aire alrededor de la descarga de plasma se dirige dentro de 1 centímetro de la descarga.



**Figura 1**



**Figura 2**

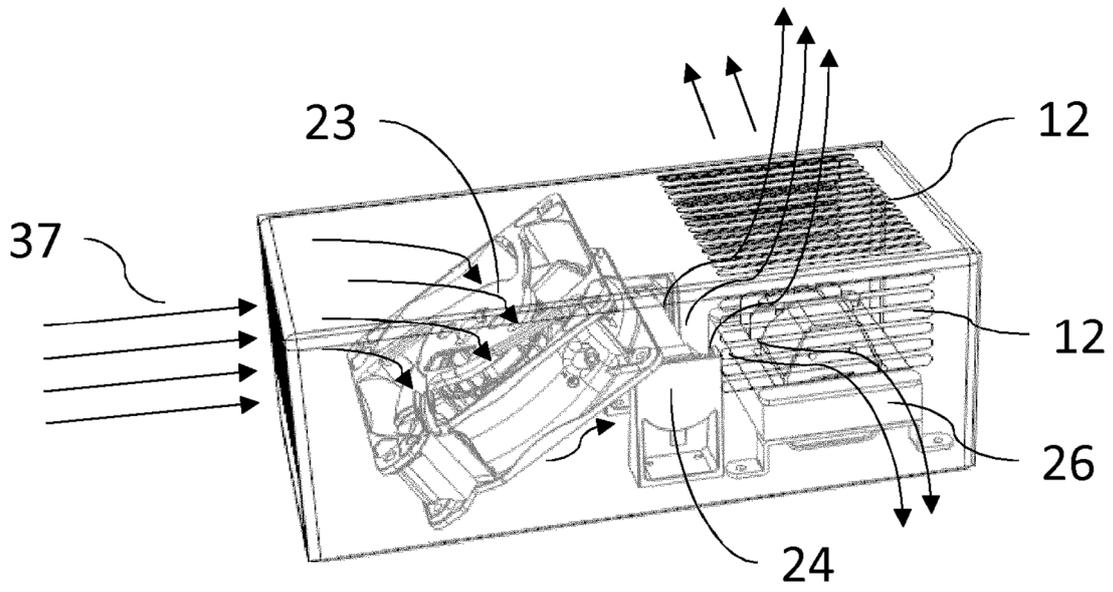


Figura 3

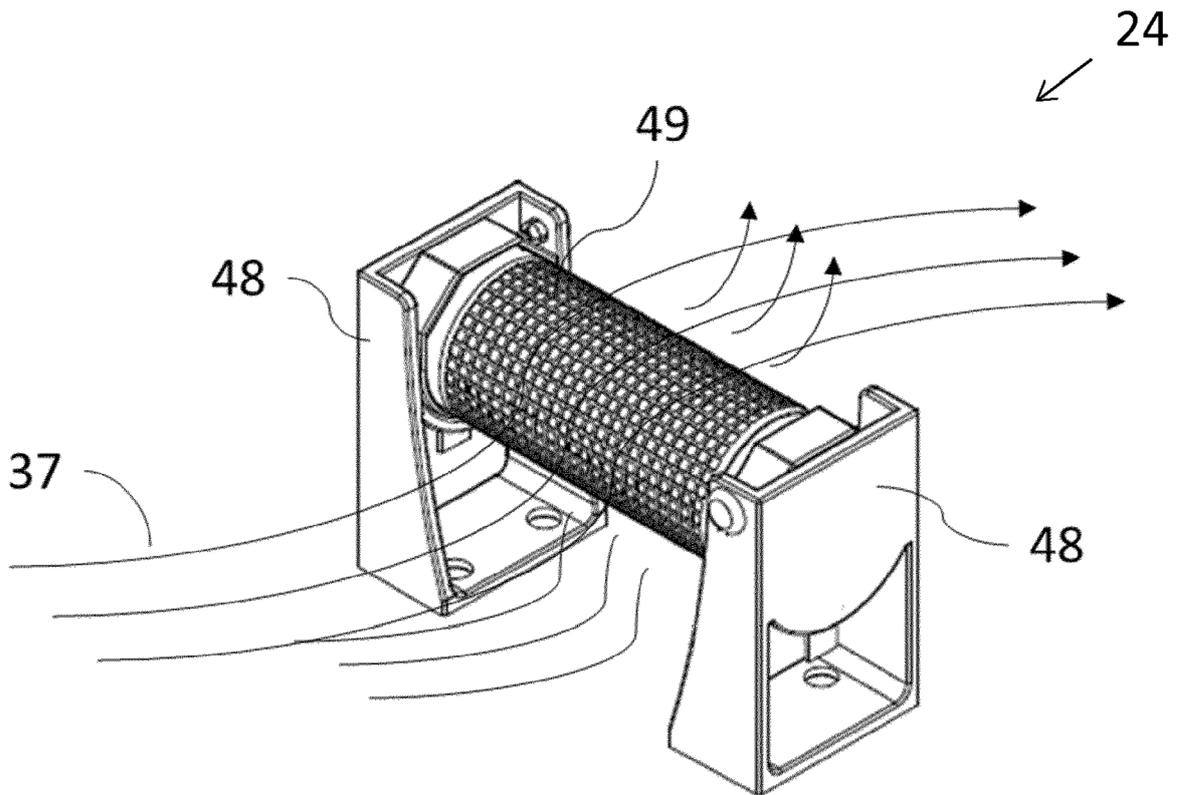


Figura 4

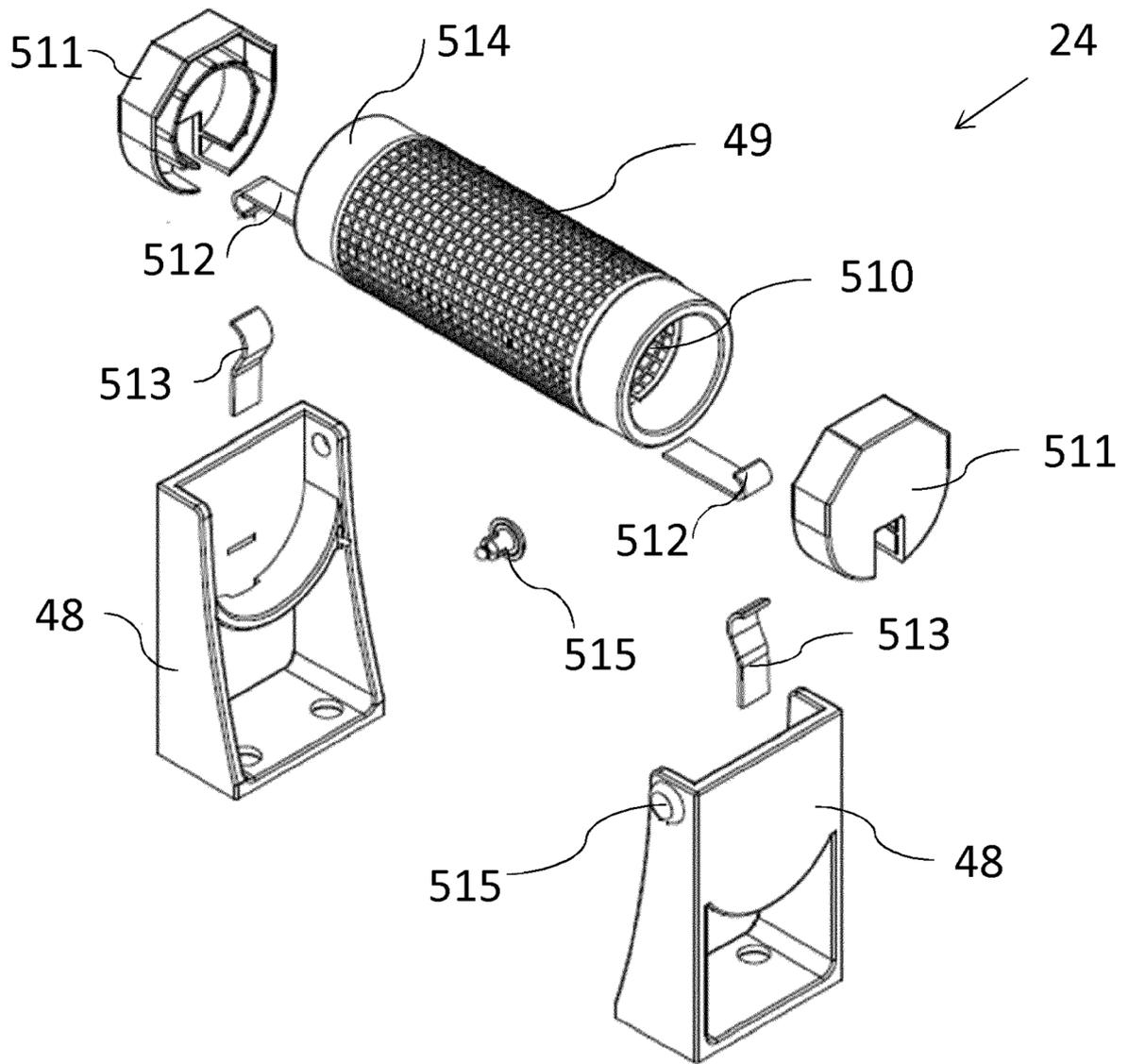


Figura 5