

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 544 591**

51 Int. Cl.:

**A61L 2/14** (2006.01)

**A61L 9/22** (2006.01)

**B01D 53/32** (2006.01)

**H05H 1/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2010 E 10709250 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2411058**

54 Título: **Dispositivo de descontaminación del aire**

30 Prioridad:

**24.03.2009 GB 0904978**

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

**01.09.2015**

73 Titular/es:

**TRI-AIR DEVELOPMENTS LIMITED (100.0%)  
5 New Street Square  
London EC4 3TW, GB**

72 Inventor/es:

**MOLE, ALAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 544 591 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**

Dispositivo de descontaminación del aire

La presente invención versa acerca de un dispositivo mejorado para la descontaminación del aire y de superficies.

5 La pureza del aire y poder eliminar de forma sistemática los contaminantes arrastrados en el aire son sumamente importantes, especialmente en entornos supuestamente estériles o higiénicos, tales como hospitales y cocinas. También es beneficioso contar con aire descontaminado en centros médicos, y en entornos de trabajo, lo cual hace que sea más difícil que se difundan gérmenes y enfermedades.

Además de contaminantes microbiológicos, los vapores o gases químicos pueden presentar un grave peligro, bien como un subproducto del procesamiento industrial o bien como un ataque malicioso de terrorismo o guerra química.

10 La anterior patente (EP1799330), del solicitante, proporciona un procedimiento eficaz y el componente activo es el radical hidroxilo (OH) que ocupa el segundo lugar, inmediatamente detrás del flúor, como especie oxidante, pero tiene la ventaja de no tener una toxicidad significativa para organismos superiores, mientras que es letal para bacterias y virus patógenos.

15 El radical hidroxilo se encuentra presente en concentraciones más elevadas en el aire troposférico debido a la presencia de componentes troposféricos relacionados, principalmente ozono e hidrocarburos insaturados. Estos componentes están ausentes, o muy reducidos, en el aire interior, lo que provoca, de esta manera, que la concentración de radicales hidroxilo sea correspondientemente baja. La anterior invención del solicitante recrea abjo techo las condiciones troposféricas para aumentar la población de radicales hidroxilo que actúa para reducir el nivel de contaminantes nocivos, en particular bacterias y virus patógenos, en un entorno interior o cerrado.

20 Aunque se ha descubierto que el procedimiento y el dispositivo de la anterior divulgación del solicitante es muy eficaz para recrear un entorno exterior en el interior, siempre hay lugar para mejorar su eficacia y fiabilidad.

El documento US2008/170971 describe una disposición en la que un cátodo adopta la forma de una rejilla o malla. El documento WO2007/05191 describe una disposición para ser utilizada en el tratamiento de gases.

25 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato mejorado para la descontaminación del aire y de superficies.

30 Según la presente invención se proporciona un aparato para la descontaminación del aire, comprendiendo el aparato un alojamiento que tiene una entrada de aire y una salida de aire con un paso de aire entre las mismas, un medio para dirigir una corriente de aire a través del alojamiento, conteniendo el alojamiento una célula plasmática no térmica, un dispositivo emisor de radiación ultravioleta y un catalizador de agotamiento de ozono, comprendiendo la célula plasmática no térmica un ánodo, un dieléctrico y un cátodo y caracterizado porque el cátodo tiene la forma de una envoltura de malla que rodea el dispositivo emisor de radiación ultravioleta y el catalizador de agotamiento de ozono para formar una cámara de reacción y una jaula de Faraday.

35 Preferentemente, se proporciona un emisor de hidrocarburos en el interior del alojamiento corriente abajo de la cámara de reacción, preferentemente adyacente a la salida, o en las inmediaciones de la misma. De forma alternativa o adicional, se puede proporcionar un emisor de gotitas de agua, preferentemente en forma de un atomizador, para suministrar una pulverización ultrafina de agua desionizada al interior de la cámara de reacción. Se debe apreciar que el emisor de hidrocarburos y el emisor de gotitas de agua estarían conectados a depósitos fuente adecuados que tienen mecanismos apropiados de suministro.

40 El alojamiento también puede incluir un medio para suministrar microondas de una determinada longitud de onda a la cámara de reacción, tal como un magnetrón. Esto elimina la necesidad de un circuito de alimentación aparte para el dispositivo emisor de radiación ultravioleta.

Preferentemente, se proporciona un ventilador o impulsor en la entrada, o en las inmediaciones de la misma, para dirigir aire a través del paso.

45 Preferentemente, el ánodo comprende un elemento reticulado conductor o semiconductor, tal como un material compuesto de carbono y aluminio. El dieléctrico puede ser cualquier material no conductor o aislante adecuado. En una realización preferente, el dieléctrico comprende gránulos de alúmina activada. El material puede estar revestido con un material catalítico. En una realización alternativa de la invención, el dieléctrico comprende vapor o gotitas de agua desionizada.

50 Preferentemente, el emisor de microondas genera longitudes de onda en el intervalo de radiofrecuencia de 2200-2600 MHz, tal como 2450 MHz.

Es preferente que el catalizador rodee el dispositivo emisor de radiación UV. Preferentemente, el dispositivo emisor de radiación UV es tubular y está rodeado por una malla de un dispositivo catalizador del ozono. Preferentemente, el revestimiento de la malla forma el catalizador.

5 Se pueden proporcionar miembros apropiados de soporte entre la jaula y el catalizador/emisor de radiación UV y/o entre el emisor y el catalizador. Preferentemente, los elementos de soporte están revestidos con un material que actúa como un catalizador de la reacción y puede tener un perfil que imparta un movimiento turbulento al aire que pasa a través de la cámara de reacción.

10 La célula plasmática para el aparato puede estar dotada de formas alternas para aumentar la eficacia del dispositivo. La sustitución del dieléctrico por gotitas finas de agua desionizada, preferentemente con una mínima resistencia, normalmente de 18 MΩ/cm, minimiza la contrapresión sobre el sistema de suministro de aire reduciendo los requerimientos de energía y el ruido y aumenta adicionalmente la producción de radicales de OH<sup>-</sup>.

Se debe apreciar que la célula debería tener una fuente de alimentación adecuada para el ánodo. Preferentemente, el cátodo está puesto a tierra.

15 Preferentemente, el cátodo de la célula plasmática no térmica comprende un tubo hueco de material conductor. Preferentemente, se proporciona el ánodo en el interior del tubo separado de las paredes que forman el cátodo para proporcionar un espacio dieléctrico entre los mismos. Más preferentemente, el ánodo está fijado centralmente en el interior del tubo.

20 Preferentemente, hay conectado un depósito de agua al espacio dieléctrico. También se proporciona una entrada de aire para suministrar air al depósito. Se puede proporcionar un atomizador para proporcionar una neblina fina de gotitas de agua en el interior del espacio. Preferentemente, se proporciona un medio apropiado de movimiento del aire, tal como un ventilador, para impulsar las gotitas de agua al interior del espacio dieléctrico.

También se puede proporcionar a la célula plasmática una entrada adicional de aire para suministrar al espacio dieléctrico aire procedente de una fuente alternativa, tal como aire procedente del entorno circundante. De nuevo, se puede proporcionar un medio de movimiento del aire para ayudar en este suministro.

25 La célula puede ser una célula columnaria que tiene un ánodo central rodeado por un cátodo con el dieléctrico entre los mismos.

Preferentemente, el cátodo forma la pared de la columna. La columna puede tener cualquier forma tridimensional pero es preferentemente cilíndrica. De forma alternativa, la columna puede ser un polígono que tiene al menos cinco lados. Preferentemente, el polígono es un polígono regular.

30 Las células columnarias individuales pueden estar dispuestas en una agrupación para formar un cuerpo plasmático no térmico agrandado. Se puede incorporar la agrupación en un dispositivo de descontaminación del aire para proporcionar un campo plasmático para el paso de aire para que sea descontaminado que tiene una contrapresión reducida contra el flujo de aire.

35 Preferentemente, la agrupación comprende múltiples filas de las células columnarias según un cuarto aspecto de la presente invención, estando mutuamente escalonadas las filas adyacentes. Las células individuales que componen la agrupación pueden ser activadas secuencialmente con una frecuencia suficiente para mantener un plasma no térmico en las células individuales, aunque la energía que suministra a esa célula se encuentre momentáneamente ausente. Se puede obtener tal activación secuencial mediante cualquier medio adecuado conocido en la técnica, tal como el uso de tecnología patentada de distribución automotriz, electromecánica o de estado sólido.

40 Es preferible que una pared externa que aloja la agrupación de células plasmáticas esté aislada, por ejemplo con una estructura laminada, tal como caucho de silicona.

Opcionalmente, se pueden proporcionar deflectores en ubicaciones en la agrupación, o que rodean la misma, para contribuir al flujo de aire a través de la misma.

45 Se describirá ahora la presente invención más en particular, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra una vista en corte longitudinal de un dispositivo de descontaminación del aire, según un primer aspecto de la invención;

la Figura 2 es una vista en corte transversal a través del dispositivo mostrado en la Figura 1;

50 la Figura 3a es un diagrama esquemática de una célula plasmática no térmica según otro aspecto de la presente invención;

la Figura 3b es una sección transversal a través de A-A mostrado en la Figura 3a;

la Figura 4 es una vista en planta en sección longitudinal de una agrupación de células plasmáticas no térmicas según otro aspecto más de la presente invención;

la Figura 5 es una sección vertical a través de una única célula plasmática para la agrupación mostrada en la Figura 4; y

la Figura 6 es una vista lateral parcial esquemática de la agrupación de células plasmáticas no térmicas mostradas en la Figura 4.

5 Con referencia a las Figuras 1 y 2 de los dibujos adjuntos, se muestra un dispositivo de descontaminación del aire según un primer aspecto de la presente invención que comprende un alojamiento 1 que tiene un paso 2 de flujo, una  
 10 entrada 4 de aire al paso 2 de flujo y una salida 6 de aire que sale del paso 2. Se proporciona un generador de corriente de aire en forma de un ventilador o impulsor 20 para obligar el aire a atravesar el alojamiento 1. Como medida de seguridad, se puede proporcionar una rejilla (no mostrada) sobre la entrada 4 de aire para evitar un  
 acceso accidental al impulsor mientras se encuentre operativo. Una fuente de alimentación (no mostrada) puede ser un producto patentado, pero debería ser capaz de suministrar un potencial de 12-25 kV entre 10-30 kHz.

Un filtro de plasma no térmico, identificado en su conjunto como 30 en la Figura 1, comprende un ánodo o electrodo 31 de alta tensión, un dieléctrico 32 y una malla porosa 33 en forma de una jaula que funciona no solo como cátodo, sino también como extremo de la cámara de reacción.

15 El ánodo 31 comprende elementos conductores reticulados (tridimensionalmente porosos), siendo en este caso de material compuesto de aluminio y de carbono. Sin embargo, se podría utilizar cualquier material conductor o semiconductor reticulado rígido. El dieléctrico 32 son gránulos de alúmina activada, con un diámetro nominal de 3 a 4 milímetros. Sin embargo, de nuevo, el dieléctrico 32 podría ser cualquier material adecuado para acomodarse a  
 20 aplicaciones y requerimientos específicos diversos. El dieléctrico puede consistir en una matriz no conductora de espuma porosa y/o puede estar revestida con un material catalítico. El catalizador puede seleccionarse para buscar la destrucción de un compuesto o un grupo específico de compuestos. El cátodo 33 comprende una malla porosa de material conductor, tal como una malla expandida de acero inoxidable, que sigue sustancialmente los contornos internos del alojamiento para formar una jaula hueca. Esta puede actuar como una "jaula de Faraday" que sirve para bloquear los campos eléctricos estáticos externos y permitir que solo la radiación con una determinada longitud de  
 25 onda entre en el interior de la jaula. La jaula puede tener un revestimiento interno de material catalizador de la radiación UV, en este caso anatasa, dióxido de titanio.

La jaula formada por el cátodo 33 aloja un dispositivo emisor 40 de radiación ultravioleta que comprende un tubo ultravioleta rodeado por un elemento fotocatalítico 42. La jaula también incorpora un emisor 60 de microondas conectado a un magnetrón 62. Además, se proporciona un orificio o tobera 70 de descarga en la jaula que está  
 30 conectado a un depósito 72 de agua desionizada para suministrar una pulverización fina de agua desionizada 75.

Se proporciona un emisor de hidrocarburos, mostrado en su conjunto como 50 en la Figura 1, corriente abajo de la jaula de Faraday adyacente a la salida 6, o en las inmediaciones de la misma, del alojamiento 1. El emisor 50 de hidrocarburos incluye un depósito recargable 55 de hidrocarburos que contiene un hidrocarburo aromático líquido, por ejemplo una olefina, tal como terpeno. El sistema de suministro del emisor 50 de hidrocarburos comprende una  
 35 barra roscada 52 que pasa a través de un motor 53 de paso a paso. La barra empuja a un pistón 54 a través del depósito 55 para obligar al hidrocarburo a atravesar un tubo 56 y salir de un rociador 57. Sin embargo, se debe apreciar que se puede utilizar cualquier otro medio adecuado para suministrar un hidrocarburo aromático volatilizado a la corriente de aire.

El dispositivo de descontaminación del aire puede estar alimentado únicamente mediante electricidad de la red principal, puede estar alimentado únicamente mediante baterías, que pueden ser recargables, o puede ser alimentable de forma selectiva mediante ambas fuentes de alimentación.

Se puede producir el dispositivo de descontaminación del aire en forma de un dispositivo portátil, y esto puede asumir las dimensiones de un pequeño maletín, o sustancialmente las mismas. De forma alternativa, se puede producir el dispositivo de descontaminación del aire como un dispositivo más grande concebido para permanecer en una ubicación una vez instalado. Este dispositivo es más adecuado, sin limitación, para instalaciones y locales  
 45 industriales o comerciales.

En uso, el dispositivo de descontaminación del aire está colocado en la ubicación que ha de ser descontaminada. Se concibe que el dispositivo descontamine el aire en el interior de un edificio, una cámara, un recinto, una canalización, una tubería, un canal u otra área cerrada o sustancialmente cerrada. Sin embargo, con una capacidad suficiente de flujo pasante, también puede descontaminar el aire en un entorno exterior abierto.

El dispositivo es alimentado, y el ventilador 20 genera una corriente de aire ambiente por el paso 2 del alojamiento 1, como se indica por medio de las flechas en la Figura 1. La corriente de aire encuentra inicialmente el ánodo 31, el dieléctrico 32 y el cátodo 33 que forman el filtro 30 de plasma no térmico. El filtro utiliza las características de un plasma no térmico para "plasmificar" las partes constituyentes del aire en el núcleo dieléctrico. En términos  
 55 generales, se "excitan" los electrones del anillo exterior en la estructura atómica de los elementos que comprenden el aire (principalmente oxígeno y nitrógeno) mediante el campo electrónico intenso generado por el plasma no térmico, que es normalmente de 10 kV a 20 kHz. Los electrones energizados liberan energía mediante colisiones. Sin embargo, no se emite calor, o se emite poco, debido a la masa insustancial de los electrones y la falta

consiguiente de ionización que se produce. La energía liberada es suficiente para generar radicales libres en la corriente de aire, tal como  $O^{\bullet}$  y  $OH^{\bullet}$ . Los radicales libres son oxidantes potentes, y oxidarán los hidrocarburos, los gases orgánicos, y las partículas normalmente de 2,5 PM ( $2,5 \times 10^{-6}$  metros) y menos, tales como bacterias, virus, esporas, lavadura, mohos y olores. En general, solo los elementos o compuestos más inertes resistirán la oxidación.

- 5 Dado que muchos de los resultantes de las reacciones oxidativas son transitorios y actúan en la superficie, debido a que tienen una presión nula de vapor, al proporcionar un revestimiento molecular catalítico grueso sobre parte del material dieléctrico, o sobre todo él, del plasma no térmico, se puede buscar una oxidación de moléculas o compuestos particulares, por ejemplo agentes de gas neurotóxico, en el plasma no térmico.

10 El filtro 30 de plasma no térmico produce ozono como uno de los subproductos. La vida media del ozono depende de las condiciones atmosféricas y, siendo él mismo un oxidante potente, en condiciones normales continuará reaccionando en el aire mucho después de que haya salido del núcleo plasmático. Esto es inaceptable para un dispositivo operado por personas y en las inmediaciones generales de las mismas. Por lo tanto, la jaula de Faraday formada por el cátodo del filtro de plasma aloja un tubo emisor 40 de luz UV rodeado por una malla de un dispositivo 42 catalizador del ozono. El mercurio en el interior del tubo emisor de luz UV es excitado por microondas generadas en la frecuencia de megahercios por medio del magnetrón 62 de salida fija o variable. La radiación ultravioleta es emitida con picos normalmente con una longitud de onda de 254 y 313 nanómetros que actúan para descomponer el ozono arrastrado en la corriente de aire. El revestimiento sobre la malla 42 actúa para catalizar esta descomposición. El uso de microondas para excitar la luz UV elimina la necesidad de circuitería separada para alimentar el tubo de radiación UV, reduciendo, de ese modo, la complejidad y el número de los componentes.

20 Las microondas también sirven para excitar las moléculas de agua que existen en las emisiones procedentes de la célula plasmática debido a la oxidación de hidrocarburos, que también beneficia a la eficacia de la célula plasmática. Esto requiere que la malla del componente 33 de cátodo sea suficientemente ancha para permitir que la energía de microondas pase a través de la jaula para entrar en la célula plasmática. Además, se sabe de forma generalizada que las microondas en esta frecuencia aumentan la intensidad de campos plasmáticos no térmicos, sirviendo, de ese modo, para aumentar la eficacia general del dispositivo.

25 La introducción (opcional) de una neblina 75 de agua desionizada procedente del depósito 72 es suficiente para aumentar la humedad relativa del aire que pasa a través del dispositivo hasta >90%. Esto sirve para aumentar la producción de radicales hidroxilo ( $OH^{\bullet}$ ) y para reducir el nivel de ozono y de óxidos libres de nitrógeno ( $NO_x$ ) en las emisiones procedentes de la célula plasmática. El agua desionizada debería tener una resistencia de aproximadamente 18,2 M $\Omega$ /cm. El aumento de la población de radicales libres de  $OH^{\bullet}$  en esta etapa del procedimiento aumenta la eficacia de las etapas subsiguientes tempranas en el sistema cinético de la reacción, reduciendo, de este modo, la necesidad de ozono en el aire emitido por el procedimiento.

30 La doble función de jaula de Faraday/cámara de reacción también incorpora soportes 90 para el tubo emisor 40 de radiación UV. Estos soportes están revestidos con un material que cataliza la descomposición del ozono con moléculas de agua creando radicales libres de  $OH^{\bullet}$  y están conformados, además, para inducir una turbulencia o rotación al aire que pasa a través de la cámara. Un material adecuado de revestimiento es la anatasa, de dióxido de titanio. Es preferente que las superficies internas 11 estén revestidas de forma similar.

35 Esta destrucción (fotooxidación) del ozono aumenta el nivel de radicales libres, y en particular el nivel de radicales hidroxilo  $OH^{\bullet}$ , en la corriente de aire. Estos radicales libres también oxidan enérgicamente los contaminantes que permanecen en la corriente de aire.

40 Ensayos han mostrado que los radicales libres que residen en la corriente de aire posterior al filtrado del plasma aumentan la tasa de generación de radicales hidroxilo durante el procedimiento fotooxidativo.

45 El aire tratado que ha pasado a través de la cámara de reacción y es emitido desde la malla 33 es rico en radicales de  $OH^{\bullet}$  y contiene una pequeña cantidad de ozono, normalmente < 100 ppb y vapor de agua. Para garantizar que no entra una cantidad significativa de ozono en la cámara que ha de ser tratada, se mezcla el aire de salida con un volumen medido de un hidrocarburo introducido por el rociador 57. Preferentemente, el hidrocarburo es terpeno, normalmente mirceno, que no tiene toxicidad conocida. Los dobles enlaces insaturados en la molécula de terpeno reaccionan, preferentemente, con ozono, produciendo más radicales de  $OH^{\bullet}$ . Esta reacción de ozono-terpeno tiene lugar en el interior del dispositivo de la presente invención, de forma que solo se emiten los productos reactantes que, a su vez, generan radicales de  $OH^{\bullet}$  en la cámara o el recinto que va a ser tratado. La velocidad de rotación del motor 53 de paso a paso del emisor 50 de hidrocarburos determina la tasa de suministro de terpeno. Al unir el motor de paso a paso con un panel (no mostrado) de control se puede controlar con precisión la tasa de suministro de terpeno, lo que garantiza, de ese modo, que la masa de ozono libre en la salida reacciona con la masa apropiada de terpeno. La corriente de aire resultante de estas reacciones contiene una reacción en cascada conocida como "factor de aire libre" que imita un proceso natural en el aire exterior que es responsable de la descontaminación continua del aire exterior.

55 Los productos de estas reacciones preferentes tienen una presión nula de vapor y, por lo tanto, se condensan sobre cualquier partícula que permanezca en la corriente de aire o superficie. Como resultado, una vez que la corriente de

aire descontaminado sale a través de la salida 6 del alojamiento 1, se produce la descontaminación de contaminantes en el aire ambiente, y menos rápidamente, sobre superficies.

5 Estas reacciones iniciadas de condensación en el exterior del dispositivo de descontaminación pueden causar un "aumento" de pequeños materiales particulados, lo que tiene como resultado, en casos extremos, una niebla o una neblina visible. Lo cual no es deseable. Sin embargo, debido a que el dispositivo de descontaminación del aire hace que vuelva a circular y vuelve a descontaminar de forma eficaz el aire en un entorno, se eliminan en cualquier caso estos pequeños materiales particulados en el filtro 30 de plasma no térmico.

10 En realidad, los materiales particulados pequeños son beneficiosos porque alimentan la producción de radicales hidroxilo en el filtro 30 de plasma una vez que se los hace recircular. Por lo tanto, aunque no es deseable la posibilidad de una niebla visible, es beneficioso para el aumento de la eficacia del dispositivo de descontaminación y, por lo tanto, de la seguridad resultante del aire ambiente.

15 Preferentemente, la fuente de alimentación para el dispositivo incorpora un circuito de realimentación que permite que la célula plasmática no térmica opere a la frecuencia de resonancia óptima para esa célula plasmática en diversas condiciones medioambientales. Se ha observado durante una experimentación que la frecuencia de resonancia de la célula y su capacitancia varían considerablemente cuando los componentes del aire que pasa a través de la célula varían con respecto a la norma. Por lo tanto, permitir que la fuente de alimentación coincida constantemente con la resonancia variable garantizará una eficacia óptima.

20 Además, la fuente de alimentación incorpora, preferentemente, un circuito detector (no mostrado) que monitoriza cambios en la capacitancia y en la frecuencia de resonancia. La señal de este circuito puede requerir una amplificación. La señal puede ser utilizada para accionar un indicador que indicará a un operario que han cambiado las condiciones del componente de aire, por ejemplo, para proporcionar un aviso de un ataque biológico o de gas. La señal también puede ser utilizada para operar un conmutador para acoplar componentes múltiples, o duplicados, ubicados en el interior del dispositivo, proporcionando, de ese modo, un mayor esfuerzo de descontaminación como respuesta a un mayor reto.

25 El generador de corriente de aire puede ser accionado de forma inversa, lo que permite la descontaminación del interior del dispositivo aspirando un exceso de radicales libres arrastrados de nuevo en la corriente de aire a través del dispositivo. Como tal, el dispositivo es en gran medida autolimpiante.

30 Las Figuras 3a y 3b de los dibujos adjuntos ilustran un aspecto alternativo de la presente invención en el que se sustituye el dieléctrico de la célula plasmática con una neblina fina de agua desionizada. Esta realización minimiza la contrapresión sobre el sistema de suministro de aire, reduciendo los requerimientos de energía y el ruido. Además, la presencia de gotitas de agua en el plasma no térmico aumenta mucho la producción de radicales de  $\text{OH}\cdot$ , al igual que reduce los niveles de ozono al aumentar los niveles de peróxido de hidrógeno y el peroxono (o peroxozono) con respecto al diseño tradicional de plasma de "sándwich dieléctrico" empleado anteriormente.

35 Con más detalle, la célula plasmática 200 comprende un componente tubular 201 en el que la pared del tubo hace de cátodo, teniendo el tubo un ánodo fijado centralmente 203 conectado a una fuente de alimentación 205 de alta tensión/frecuencia elevada necesaria para crear un plasma no térmico en el espacio dieléctrico 210 proporcionado entre el ánodo y el cátodo. El cátodo está puesto a tierra 212.

40 Se proporciona el dieléctrico en el espacio dieléctrico 210 por medio de una neblina fina de agua desionizada. Las gotitas de agua deberían ser lo suficientemente pequeñas para flotar libremente en el aire y esto puede conseguirse utilizando, por ejemplo, un atomizador ultrasónico patentado proporcionado en un depósito 220. Un ventilador 222 impulsa el vapor de agua desionizada desde el depósito al interior del espacio dieléctrico 210 y una entrada 230 de aire suministra aire de suministro al depósito en el que es saturado con la neblina de agua e impulsado B a la célula plasmática tubular 200. Se introduce el aire C desde el entorno circundante (es decir, una habitación o cámara que ha de ser descontaminada) por medio de una entrada separada 240 y es impulsado al interior del espacio dieléctrico por medio del ventilador 245.

El control de las velocidades relativas de los ventiladores 222, 245 permite el control y el ajuste de la población de gotitas de agua desionizada en el espacio dieléctrico.

45 Las Figuras 4 a 6 de los dibujos adjuntos ilustran una célula plasmática alternativa 300 y una agrupación de tales células 400, según otro aspecto de la presente invención. Cada célula plasmática 300 de una agrupación 400 es columnaria y tiene un electrodo central 302 de alta tensión y de frecuencia elevada rodeado por un dieléctrico de activados 304 de alúmina, con un diámetro normalmente de 5-6 mm. Los gránulos de alúmina se activada mantienen en su posición con respecto al ánodo central por medio de una malla 306 de cátodo, de un tamaño adecuado para retener los gránulos. Cuando se aplica a los electrodos una fuente adecuada 315 de alimentación, normalmente 10 kV a 20 kHz, se crea un plasma no térmico en el dieléctrico 304 entre el ánodo 302 y el cátodo 306. Se ha mostrado por medio de experimentación que el campo plasmático eficaz no térmico 308 (ilustrado por líneas discontinuas en las Figuras 4 y 5) se extiende algo más allá del tamaño físico de la célula, probablemente debido a los electrones liberados por la energía creada en la célula.

5 La disposición de las células columnarias individuales en filas escalonadas, según se muestra en la Figura 4, utiliza el campo plasmático "extendido" 308 para tratar aire (representado por las flechas en la Figura 4) que es dirigido a través de la agrupación mientras que se minimiza la contrapresión en el sistema de descontaminación. De nuevo, esto proporciona un dispositivo más eficaz y económico. Cada pared externa de la agrupación está dotada de aislamiento, por ejemplo en forma de una estructura laminada 310, por ejemplo de caucho de silicona, según se muestra en la Figura 5.

10 Además, se proporcionan deflectores 312 en la pared interna de la agrupación 400 y entre filas de las células para guiar el aire entre las células plasmáticas individuales 300. Los campos plasmáticos 308 se tocan o solapan (dependiendo de la separación de las células y del campo aplicado) y, por lo tanto, el aire no puede pasar a través de la agrupación sin entrar en un estado plasmático. El control físico del aire dirige la corriente de aire hacia las columnas de plasma, garantizando que las partículas y las moléculas mayores sean adsorbidas parcialmente en el material dieléctrico 304, permitiendo una exposición más prolongada al campo plasmático 308, y la acción oxidativa inherente, que actúa para destruir estos contaminantes más grandes.

15 Las células individuales que componen la agrupación pueden ser activadas secuencialmente a una frecuencia suficiente para mantener un plasma no térmico en las células individuales, aunque la energía que alimenta a esa célula se encuentre momentáneamente ausente. Esto depende de la observación de que existe un estado plasmático no térmico impulsado varias centésimas de segundo más que el impulso de energía eléctrica requerido para crearlo. Se puede obtener tal activación secuencial utilizando tecnología patentada de distribución automotriz, electromecánica o de estado sólido.

20 Las realizaciones descritas anteriormente se proporcionan únicamente a modo de ejemplo, y serán evidentes modificaciones para los expertos en la técnica sin alejarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

25

**REIVINDICACIONES**

- 5      1. Un aparato para la descontaminación del aire, comprendiendo el aparato un alojamiento (1) que tiene una entrada de aire y una salida de aire con un paso (2) de aire entre las mismas, un medio (20) para dirigir una corriente de aire a través del alojamiento, conteniendo el alojamiento una célula plasmática no térmica (30), un dispositivo emisor (40) de radiación ultravioleta y un catalizador (42) de agotamiento de ozono, comprendiendo la célula plasmática no térmica (30) un ánodo (31), un dieléctrico (32) y un cátodo (33), y **caracterizado porque** el cátodo (33) tiene la forma de una envoltura de malla que rodea el dispositivo emisor de radiación ultravioleta y el catalizador de agotamiento de ozono para formar una cámara de reacción y una jaula de Faraday.
- 10     2. Un aparato según se reivindica en la reivindicación 1, en el que se proporciona un emisor (50) de hidrocarburos en el interior del alojamiento (1) corriente abajo de la cámara de reacción.
3. Un aparato según se reivindica en la reivindicación 1 o 2, en el que se proporciona un emisor (70) de gotitas de agua en el interior del alojamiento para suministrar una pulverización fina de agua (75) al interior de la cámara de reacción.
- 15     4. Un aparato según se reivindica en la reivindicación 1, 2 o 3, en el que el alojamiento (1) incluye un medio (60) para suministrar microondas de una determinada longitud de onda a la cámara de reacción.
5. Un aparato según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el dieléctrico comprende gránulos de alúmina activada.
- 20     6. Un aparato según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, en uso, el dieléctrico (32) comprende vapor (75) o gotitas de agua desionizada.
7. Un aparato según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el cátodo (33) comprende una malla porosa de material conductor conformado para dar una estructura similar a una jaula y rodear el dispositivo emisor (40) de radiación UV y el catalizador (42).
- 25     8. Un aparato según se reivindica en la reivindicación 7, en el que el cátodo aloja un emisor (62) de microondas para suministrar microondas de una determinada longitud de onda y excitar el dispositivo emisor de radiación UV.
9. Un aparato según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el catalizador (42) rodea el dispositivo emisor (40) de radiación UV.

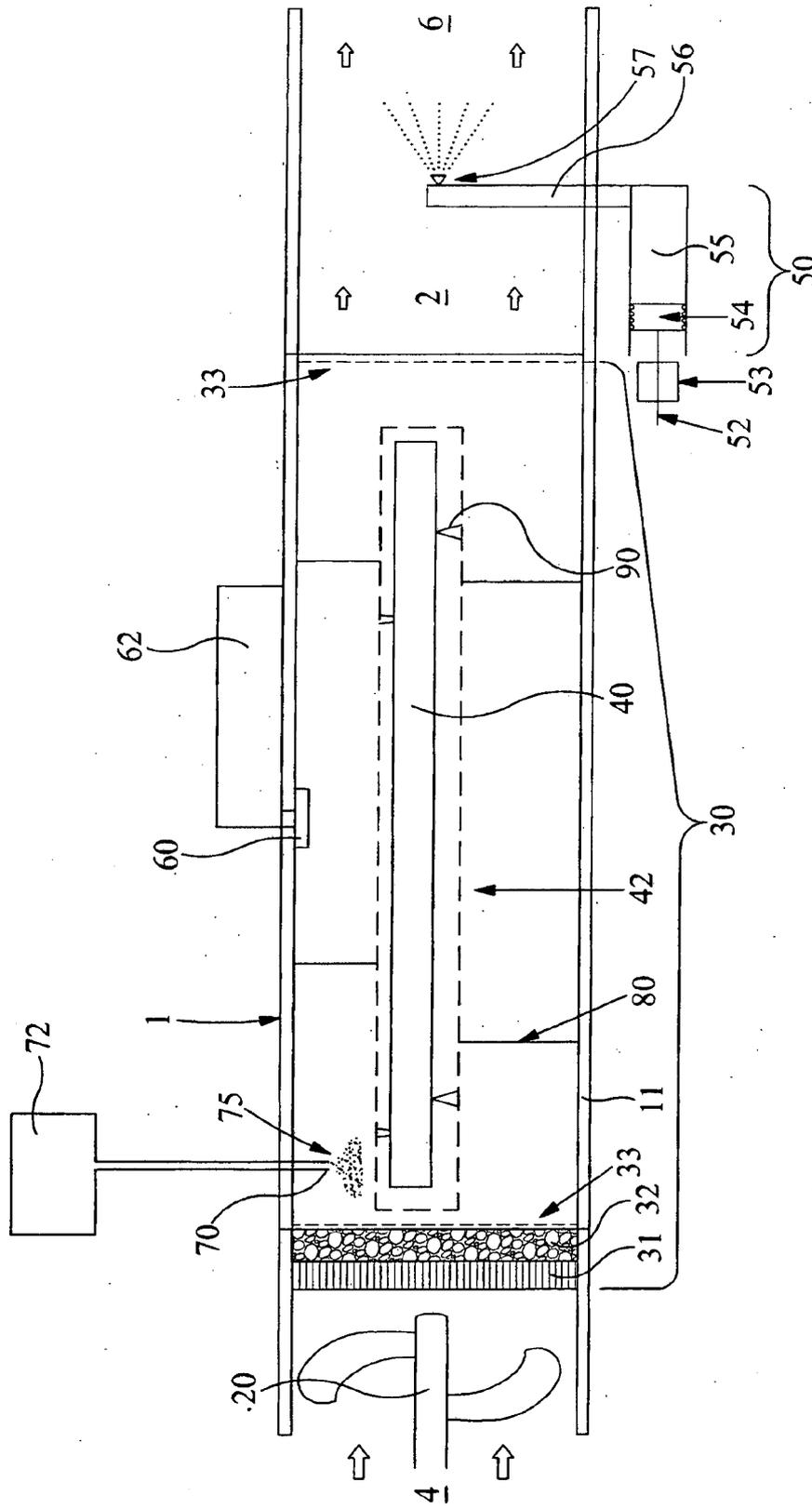


Fig 1

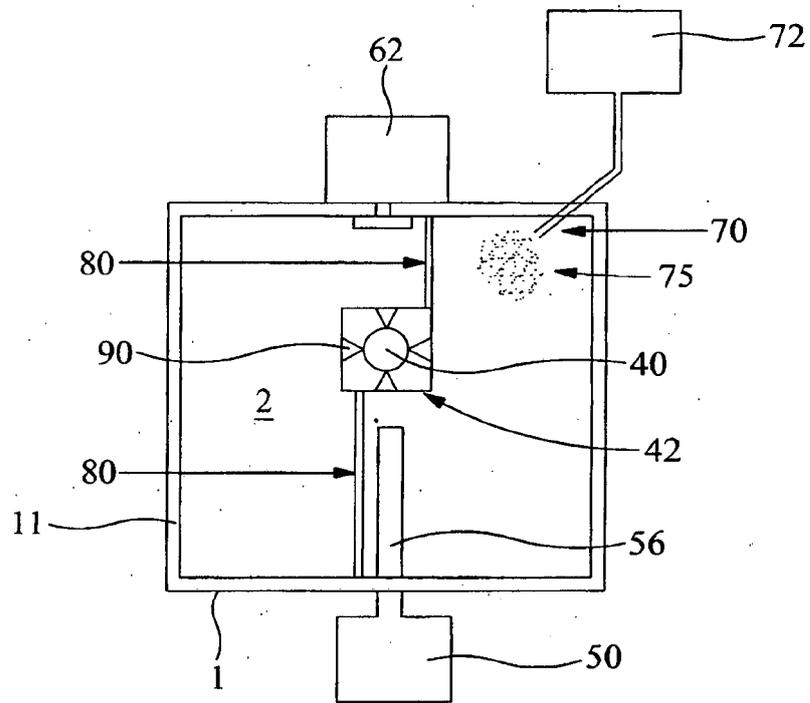
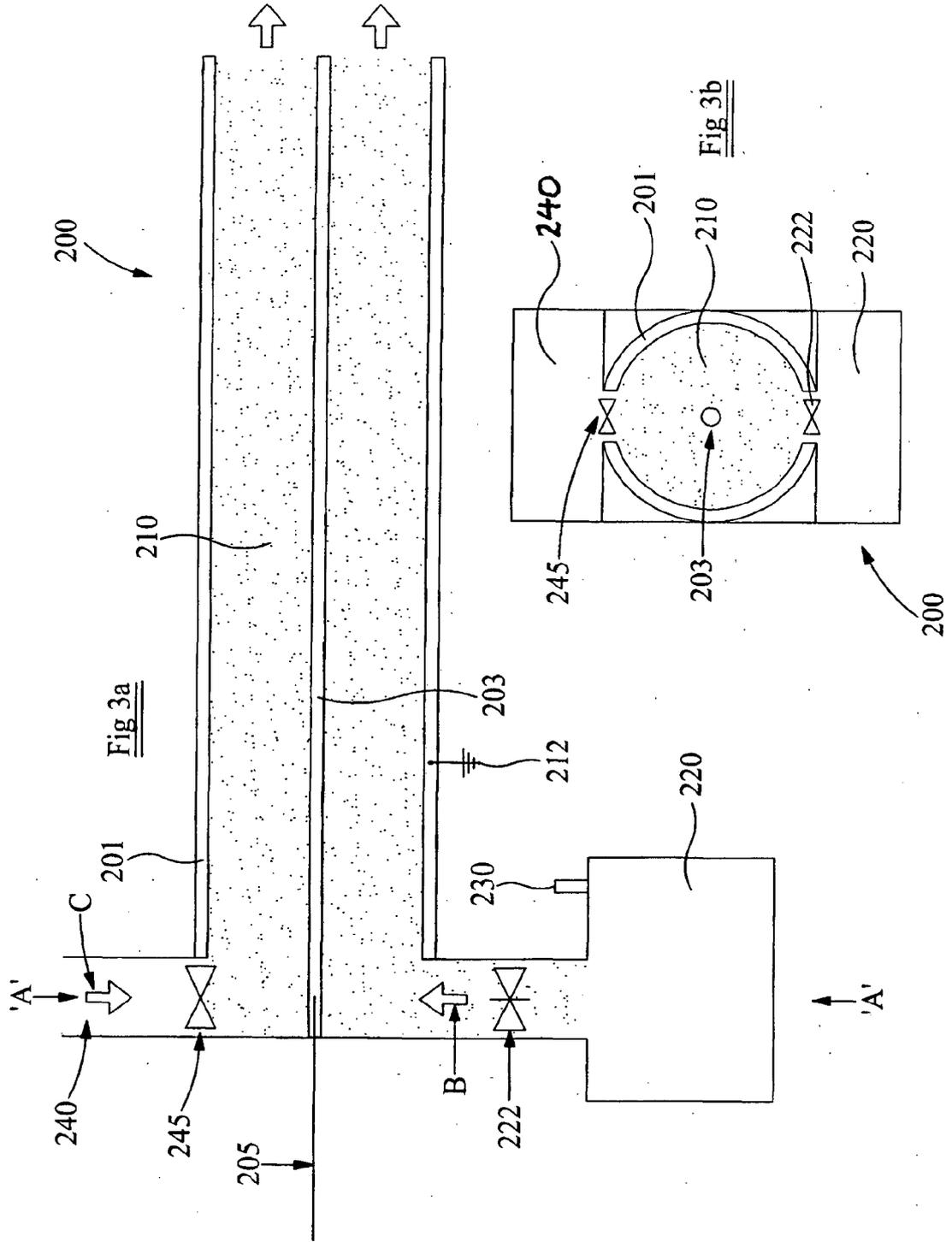


Fig 2



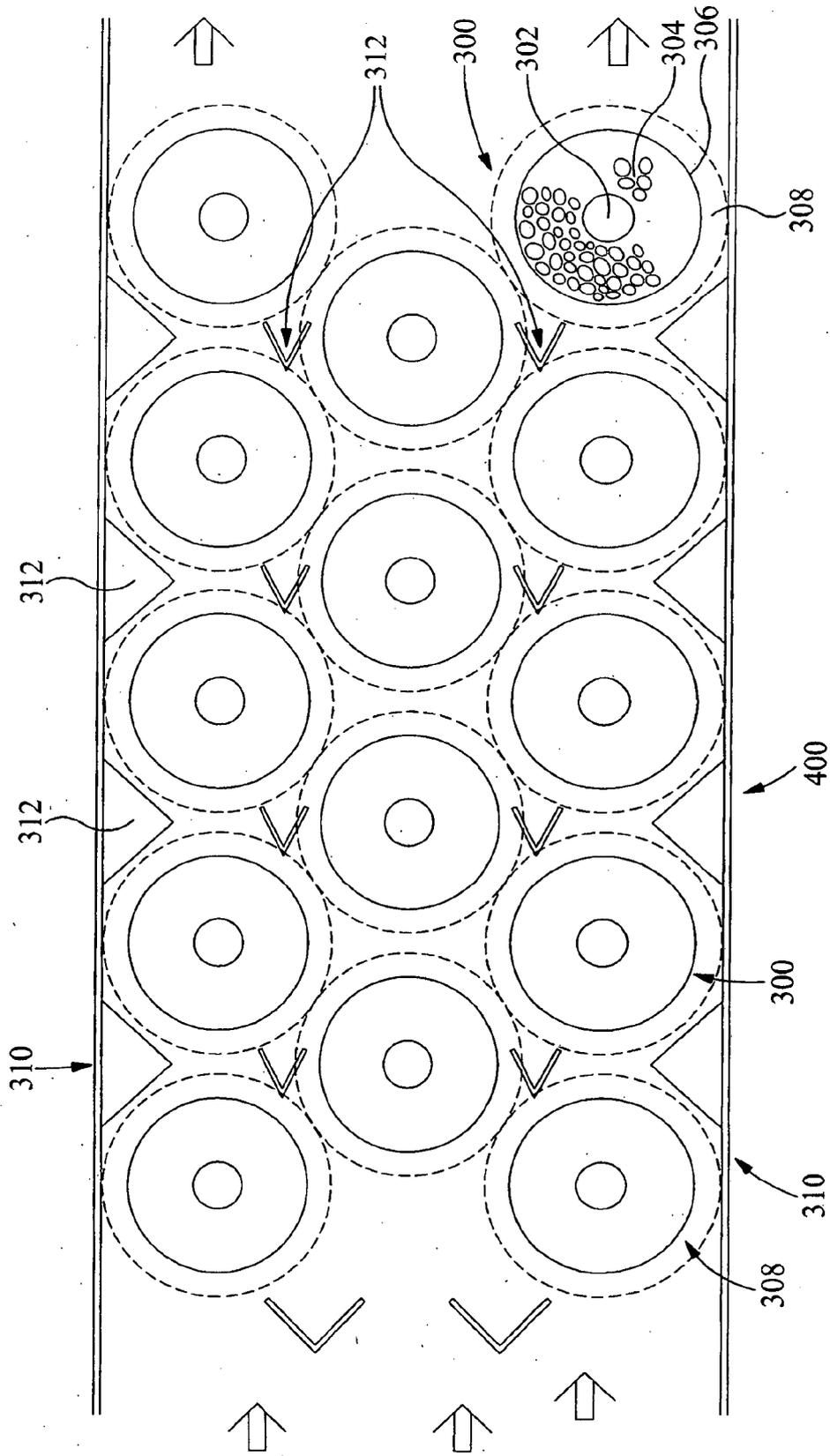


Fig 4

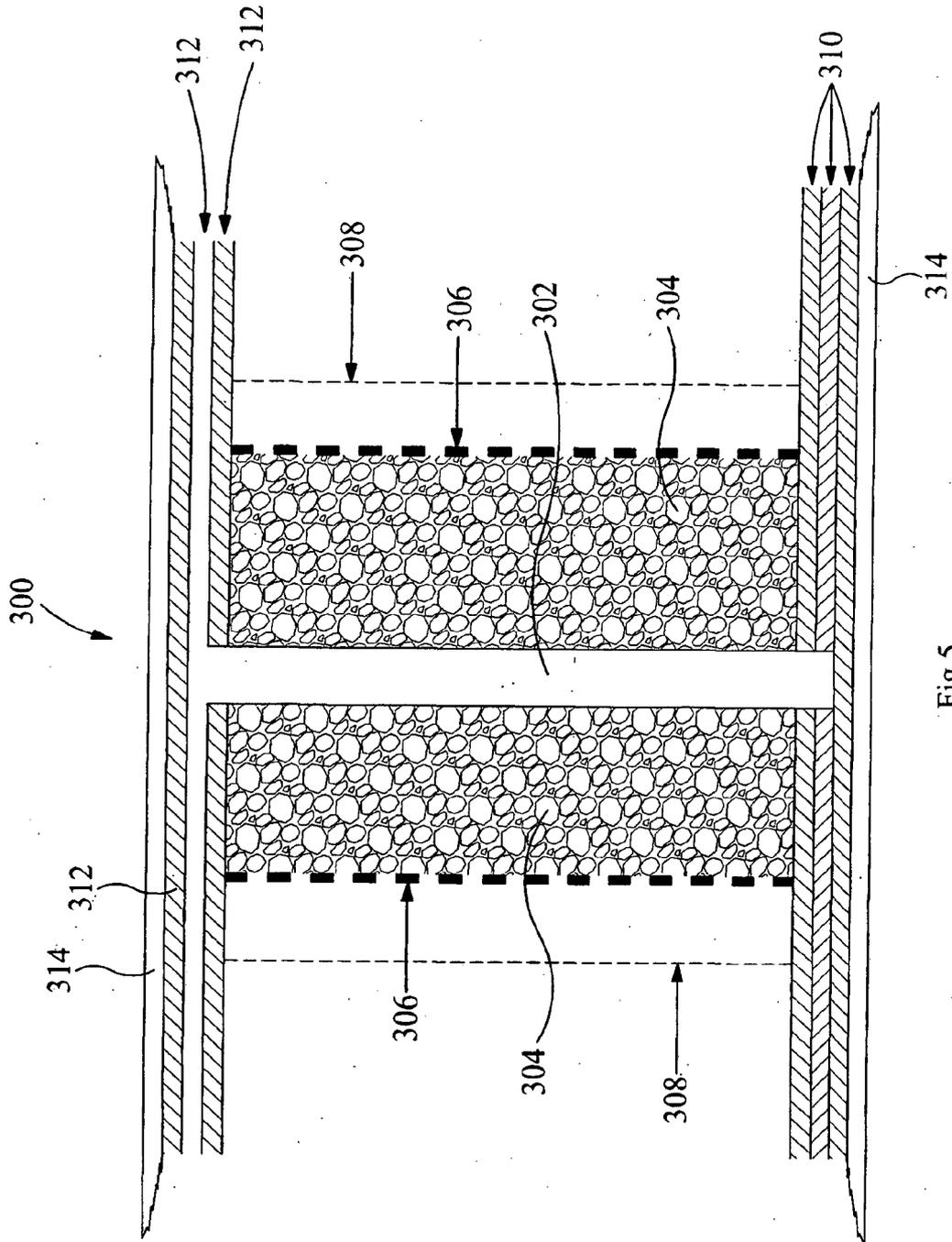


Fig 5

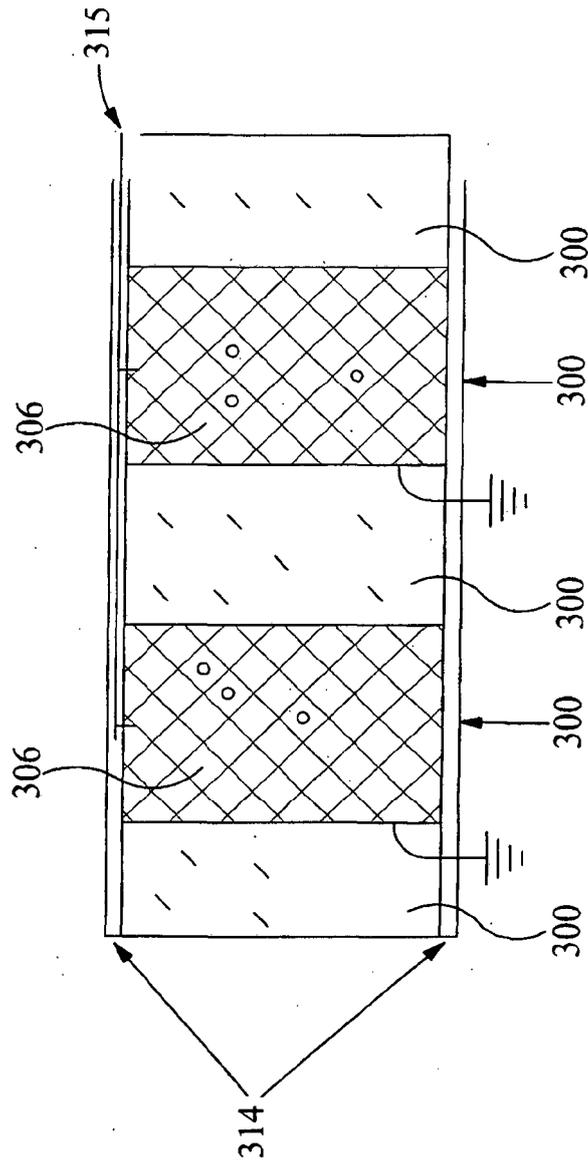


Fig 6