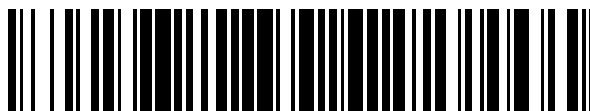


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 915**

51 Int. Cl.:

**B01J 19/08** (2006.01)

**B60H 3/00** (2006.01)

**A61L 9/014** (2006.01)

**A61L 101/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2005 E 05849872 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 1824594**

54 Título: **Protección fotocatalítica**

30 Prioridad:

**14.12.2004 US 11730**

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

**22.03.2013**

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)  
A CORPORATION OF THE STATE OF  
DELAWARE 1 CARRIER PLACE  
FARMINGTON, CT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:

**HAY, STEPHEN, O.;  
BRANDES, SUSAN, D.;  
LEMCOFF, NORBERTO, O.;  
OBEE, TIMOTHY, N. y  
SCHMIDT, WAYDE, R.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 398 915 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

Protección fotocatalítica

**Antecedente de la invención**

5 Esta invención se refiere a módulos de tratamiento de aire y, más particularmente, a proteger un fotocatalizador en el módulo de tratamiento de aire usando un dispositivo de descarga en corona para eliminar los contaminantes de la corriente de aire al manipular el aire.

10 Los módulos de tratamiento de aire se usan comúnmente en los sistemas de calefacción, ventilación y acondicionamiento de aire (HVAC, del inglés heating, ventilating, and air conditioning) automotriz, comercial y residencial para mover y purificar el aire. Típicamente, una corriente de aire que fluye a través del módulo de tratamiento de aire incluye cantidades de trazas de contaminantes tales como bioespecies, polvo, partículas, olores, monóxido de carbono, ozono, compuestos orgánicos semi-volátiles (COSV), compuestos orgánicos volátiles (COV) tales como formaldehído, acetaldehído, tolueno, propanol, buteno y COV que contienen silicio.

15 Típicamente, se usan un filtro y un fotocatalizador para purificar la corriente de aire al eliminar y/o destruir los contaminantes. Un filtro típico incluye un medio filtrante que separa físicamente los contaminantes de la corriente de aire. Un fotocatalizador típico incluye un monolito revestido de dióxido de titanio, tal como una estructura en forma de panel, y una fuente de luz ultravioleta. El dióxido de titanio opera como un fotocatalizador para destruir los contaminantes al ser iluminado por la luz ultravioleta. Los fotones de la luz ultravioleta se absorben por el dióxido de titanio, promoviendo un electrón desde la banda de valencia a la banda de conducción, produciendo de este modo un agujero en la banda de valencia y añadiendo un electrón en la banda de conducción. El electrón promovido reacciona con oxígeno, y el agujero que queda en la banda de valencia reacciona con agua, formando radicales hidroxilo reactivos. Cuando los contaminantes en la corriente de aire fluyen a través de la estructura de panel y se absorben sobre el revestimiento de dióxido de titanio, los radicales hidroxilos atacan y oxidan a los contaminantes a agua, dióxido de carbono y otras sustancias. La luz ultravioleta también elimina las bioespecies en el flujo de aire que se irradia.

25 De una forma adversa, los filtros de los módulos de tratamiento de aire típicos tienen una capacidad contaminante finita. Una vez que se alcanza la capacidad contaminante, el filtro no separa físicamente más contaminantes de la corriente de aire. Los contaminantes en la corriente de aire pueden entonces fluir a través del filtro y oxidarse por el fotocatalizador. Esto es particularmente problemático cuando el fotocatalizador oxida a los COV o a los COSV que contienen silicio para formar un vidrio en base a silicio sobre la superficie de fotocatalizador. El vidrio en base a silicio podría aislar el dióxido de titanio de la corriente de aire que fluye, pasivando de esa manera al dióxido de titanio. En los casos graves, la mayor parte de la actividad catalítica del fotocatalizador se puede perder dentro de las dos semanas de alcanzar la capacidad contaminante del filtro. Para evitar la pasivación del fotocatalizador, se puede reemplazar el filtro antes de alcanzar la capacidad contaminante o se pueden utilizar filtros adicionales para separar físicamente una mayor cantidad de los contaminantes, sin embargo, el mantenimiento requerido para reemplazar un filtro a cortos intervalos de tiempo o para supervisar continuamente un filtro puede ser costoso e inconveniente.

Por consiguiente, se necesita un módulo de tratamiento de aire que proteja más eficazmente al fotocatalizador de los contaminantes pasivantes.

40 La patente europea EP-A-1348448 y la patente japonesa JP 2000-102596 describen sistemas de tratamiento de gases según el preámbulo de la Reivindicación 1.

**Compendio de la invención**

La invención proporciona un aparato de tratamiento de gases como el presentado en la Reivindicación 1, y un método como el presentado en la Reivindicación 7.

45 En un ejemplo, el módulo de tratamiento de gases incluye un filtro y un elemento de calefacción, un dispositivo de plasma, y un fotocatalizador y luz UV que coopera para purificar una corriente de aire que fluye a través del módulo del tratamiento de aire. El módulo de tratamiento de aire opera en dos modos diferentes. En el primer modo, el módulo de tratamiento de aire primero extrae el aire y devuelve el aire a un espacio, y el elemento de calefacción y el dispositivo de plasma están apagados. En el segundo modo, el módulo de tratamiento del aire regenera el filtro usando el elemento de calefacción para calentar el filtro y liberar los contaminantes adsorbidos. El dispositivo de plasma se enciende de forma selectiva y transforma químicamente los contaminantes liberados en productos contaminantes sólidos, que se depositan sobre un electrodo polarizado del dispositivo de plasma. Se apaga la luz UV para asegurar que el fotocatalizador no esté operativo durante la liberación y transformación de los contaminantes. Una vez depositados, es improbable que los productos contaminantes sólidos inertes y esencialmente inmóviles dañen al catalizador.

55 Un método ejemplar incluye retener los contaminantes en la trayectoria del flujo del gas cuando el fotocatalizador está en una condición de encendido, liberar los contaminantes en la trayectoria del flujo del gas cuando el

fotocatalizador está en una condición de apagado, y transformar químicamente a los contaminantes a diferentes contaminantes transformados químicamente.

Las diversas características y ventajas de esta invención serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de la realización actualmente preferida. Las figuras que acompañan a la descripción detallada se pueden describir brevemente como sigue.

**Breve descripción de las figuras**

La Figura 1 es un sistema HVAC que incluye un módulo de tratamiento de aire.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un módulo ejemplar de tratamiento de aire.

La Figura 3 es una vista esquemática de un filtro, dispositivo de plasma, y fotocatalizador ejemplares.

La Figura 4 es una vista esquemática de otro ejemplo del filtro de la Figura 3.

La Figura 5 es una vista esquemática de un módulo ejemplar de tratamiento de aire que incluye un material que destruye ozono.

La Figura 6 es una vista esquemática de otra configuración de módulo de tratamiento de aire que incluye un segundo dispositivo de plasma.

**Descripción detallada de la realización preferida**

La Figura 1 ilustra una estructura residencial, comercial, vehicular, o de otro tipo 10 que incluye un espacio interior 12, tal como una habitación, oficina o cabina de un vehículo. Un sistema HVAC 14 calienta o enfría el espacio interior 12. El aire en el espacio interior 12 se introduce en el sistema HVAC 14 a través de una boca de entrada 16. El sistema HVAC 14 cambia la temperatura y purifica el aire extraído usando un módulo de tratamiento de aire 18. El aire purificado, y con la temperatura cambiada se devuelve entonces al espacio interior 12 a través de una boca de salida 20.

La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva de un módulo ejemplar de tratamiento de aire 18. El módulo de tratamiento de aire 18 incluye un compresor 30 para extraer y devolver el aire. El aire extraído desde el espacio interior 12 fluye en una corriente de aire 32 hacia una cabina del filtro 34, que forma una trayectoria de flujo de aire a través del módulo de tratamiento de aire 18. La cabina del filtro 34 encierra un filtro 36, un dispositivo de plasma 38, y el fotocatalizador 40 que cooperan para purificar la corriente de aire 32. La corriente de aire 32 continúa a través de la cabina del filtro hacia los calentadores 42. Los calentadores 42 calientan o enfrían la corriente de aire 32, dependiendo de la temperatura deseada en el espacio interior 12. Después de ser calentado o enfriado, el compresor 30 devuelve la corriente de aire 32 al espacio interior 12 a través de la boca de salida 20. Se ha de entender que el módulo de tratamiento de aire 18 que se muestra es sólo un ejemplo y que la invención no se limita a dicha configuración.

La Figura 3 ilustra una vista esquemática de un filtro ejemplar 36, el dispositivo de plasma 38, y el fotocatalizador 40. El filtro 36 recibe la corriente de aire 32 y adsorbe los contaminantes de la corriente de aire 32. El filtro 36 incluye un medio filtrante de carbón activado conocido mantenido entre las capas de una malla fibrosa 44. En un ejemplo, el carbono activado conocido está modificado, impregnado, o es de poro controlado. Como se sabe, se puede impregnar un modificador tal como permanganato de potasio u otro agente modificador en el carbón activado para modificar las propiedades de adsorción del carbón activado. El volumen de poros del carbón activado también se puede controlar dentro de un intervalo deseado para modificar las propiedades de adsorción. Estas características pueden proporcionar la ventaja de diseñar el filtro 36 para adsorber preferentemente ciertos contaminantes, tales como formaldehído, acetaldehído, tolueno, propanol, buteno, COV que contienen silicio, u otros COV.

En otro ejemplo, el filtro 36 puede utilizar adicionalmente una zeolita y/u otro tipo de medio filtrante mezclado con el carbón activado entre las capas de malla fibrosa 44 para obtener una adsorción preferente de ciertos contaminantes. Alternativamente, el medio filtrante de carbón activado puede estar integrado con la malla fibrosa 44 al revestir el carbón activado sobre las fibras que componen la malla fibrosa 44.

En otro ejemplo, se proporciona el medio filtrante de carbón activado en una primera capa 46 y se pueden proporcionar el medio de zeolita y/u otros medios filtrantes en una segunda capa adyacente 48, como se ilustra en la Figura 4.

Un elemento de calefacción 50, que se discute en más detalle a continuación, rodea al filtro 36 y es operable selectivamente entre una condición de encendido y una de apagado.

En un ejemplo, el dispositivo de plasma 40 está situado generalmente aguas abajo del filtro 36 y es operable selectivamente entre una condición de encendido y una de apagado. Preferiblemente, el dispositivo de plasma 38 es un dispositivo de descarga en corona que genera una descarga de plasma luminiscente. Aún más preferiblemente, el dispositivo de plasma 38 incluye un electrodo polarizado 54, tal como un cátodo de alambre.

El fotocatalizador 40, en un ejemplo, se sitúa aguas abajo del dispositivo de plasma 38. Preferiblemente, el fotocatalizador 40 es un monolito revestido de dióxido de titanio, tal como una estructura de panel, que opera como un fotocatalizador para destruir los contaminantes cuando se ilumina con una luz ultravioleta (UV) 56. Se ha de entender que se pueden utilizar materiales de fotocatalizador diferentes al dióxido de titanio y a otras configuraciones de las que se muestran (por ejemplo, integrando el fotocatalizador 40 con el filtro 36 en una estructura única y sencilla de panel o fibrosa).

La luz UV 56 es operable selectivamente entre una condición de encendido en la que el fotocatalizador 40 opera para destruir a los contaminantes, y una condición de apagado en la que el fotocatalizador 40 no es operativo. En un ejemplo, la luz UV 56 ilumina al fotocatalizador 40 con longitudes de onda del intervalo UV-C, sin embargo, se pueden utilizar otros intervalos de longitud de onda del UV dependiendo del tipo de fotocatalizador y/o de las necesidades de purificación de aire del módulo de tratamiento de aire 18.

Operativamente, el módulo ejemplar de tratamiento de aire 18 opera de dos modos diferentes. En el primer modo, el módulo de tratamiento de aire 18 opera principalmente para mover el aire y devolver el aire al espacio interior 12 y para purificar el aire. En el primer modo, el elemento de calefacción 50 está selectivamente apagado, el dispositivo de plasma 38 está selectivamente apagado, y la luz UV 56 está selectivamente encendida. Así, el filtro 36 captura, atrapa y adsorbe ciertos contaminantes de la corriente de aire 32, tales como COV y COSV, y el fotocatalizador 40 opera para destruir otros contaminantes que pasan a través del filtro 36. El elemento de calefacción 50 y el dispositivo de plasma 38 no operan en el primer modo, sin embargo, en otros ejemplos, puede ser ventajoso operar simultáneamente el elemento de calefacción 50 y el dispositivo de plasma 38 con las funciones de filtrar y mover el aire.

En el segundo modo, el módulo de tratamiento de aire 18 opera principalmente para regenerar el filtro 36. Esto es, el carbón activado u otros medios filtrantes adsorbentes se acondicionan para desorber los contaminantes adsorbidos previamente. La corriente de aire 32 se cierra de tal manera que no haya esencialmente flujo de aire en la cabina del filtro 34. El elemento de calefacción 50 está selectivamente activado y calienta el filtro 36 a aproximadamente 100 °C, aunque también se pueden utilizar otras temperaturas de calentamiento o perfiles de calentamiento. El filtro 36 desorbe y libera los contaminantes previamente adsorbidos. El dispositivo de plasma 38 está selectivamente activado y genera un plasma, y la luz UV 56 está preferiblemente desactivada para evitar la oxidación del fotocatalizador 40 por los contaminantes liberados.

La cabina del filtro 34 mantiene los contaminantes liberados y actúa esencialmente como un recipiente de reactor para el dispositivo de plasma 38. Los contaminantes liberados, tales como COV, COSV, u otros contaminantes del filtro 36 que se ha diseñado para adsorber/liberar, se ponen en contacto con el plasma generado por el dispositivo de plasma 38. El plasma transforma químicamente los contaminantes en productos contaminantes sólidos y deposita los productos contaminantes sólidos sobre una parte receptora, el electrodo polarizado 54. Una vez depositados, los productos contaminantes sólidos inertes y esencialmente inmóviles es poco probable que dañen al fotocatalizador 40. En un ejemplo, el plasma deposita los productos contaminantes sólidos sobre un cátodo de alambre. Después de un número predeterminado de ciclos de depósito, el cátodo de alambre se retira del dispositivo de plasma 38 y se desecha o se limpia.

Mientras que en el segundo modo, el elemento de calefacción 50 y el dispositivo de plasma 38 operan durante una cantidad de tiempo seleccionada predeterminada. Preferiblemente, el tiempo se adecua para i) liberar la mayor parte de los contaminantes del filtro 36, y así regenerar el filtro 36 y ii) transformar los contaminantes a productos contaminantes sólidos. El tiempo requerido variará con la temperatura, el tamaño y el tipo del medio filtrante, el tamaño de la cabina del filtro 34, y el tamaño y el tipo del dispositivo de plasma 38 usado.

Preferiblemente, la luz UV 56 permanece apagada cuando se cambia del segundo modo al primer modo para proteger al fotocatalizador 40 de cualesquiera contaminantes restantes que no se hayan transformado a productos contaminantes sólidos. La corriente de aire 32 fluye a través de la cabina del filtro 34 para una cantidad de tiempo seleccionada predeterminada para purgar los contaminantes liberados restantes antes de encender la luz UV 56 para operar el fotocatalizador 40.

En otro ejemplo, los productos contaminantes incluyen compuestos orgánicos de silicio, tales como los COV que contienen silicio y COSV que contienen silicio. El filtro 36 libera los compuestos orgánicos de silicio por calentamiento y el plasma generado por el dispositivo de plasma 38 transforma químicamente a los compuestos orgánicos de silicio en dióxido de silicio u otro vidrio en base a silicio. El plasma deposita el dióxido de silicio u otro tipo de vidrio en base a silicio sobre el electrodo polarizado 54.

En otro ejemplo, el filtro 36 incluye una única capa plisada con un factor de plisado de aproximadamente 8 y aproximadamente 100 g de medio filtrante de carbón activado. El filtro 36 adsorbe aproximadamente 90 % de los compuestos orgánicos de silicio en la corriente de aire entrante 32 y requiere aproximadamente doce horas para alcanzar la máxima capacidad en el primer modo de operación. Cerca del tiempo de doce horas, el módulo de tratamiento de aire 18 utiliza, por ejemplo, un controlador para cambiar automáticamente al segundo modo y regenerar el filtro 36. Alternativamente, o además del controlador, un operador puede controlar la conmutación entre los modos.

5 En otro ejemplo que se muestra en la Figura. 5, se incluye un material para destruir ozono 58, tal como un catalizador de óxido de metal conocido, entre el dispositivo de plasma 38 y el fotocatalizador 40. El material para destruir el ozono 58 se puede disponer sobre una estructura de panal 60, por ejemplo, y recibe el ozono desde el dispositivo de plasma 38 antes de encender la luz UV 56. El material para destruir el ozono 58 adsorbe el ozono sobre la superficie y descompone al ozono. Esta característica puede proporcionar la ventaja de exponer al fotocatalizador 40 a menos ozono, lo que puede contribuir a la pasivación del fotocatalizador 40. Se ha de entender que el material para destruir ozono 58 se puede alternativamente situar en otros lugares en la cabina del filtro 34 de los mostrados.

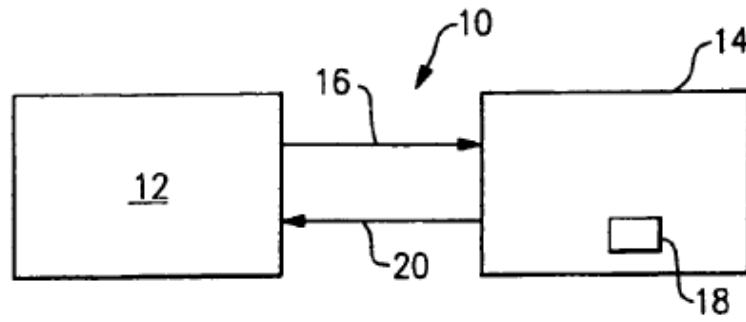
10 La Figura 6 ilustra una vista esquemática de otra configuración del módulo de tratamiento de aire 18 que incluye un segundo dispositivo de plasma 138 que rodea al filtro 36. El segundo dispositivo de plasma 138 incluye un electrodo polarizado 154 y opera de manera similar a, y en conjunción con el dispositivo de plasma 38 para transformar químicamente a los contaminantes liberados a productos contaminantes sólidos. Utilizar el segundo dispositivo de plasma 138 puede proporcionar la ventaja de tiempos más cortos para transformar químicamente completamente a los contaminantes liberados desde el filtro 36 o una mayor eficiencia en transformar a los contaminantes liberados.  
15 Del mismo modo, se puede usar una multitud de dispositivos de plasma adicionales.

Aunque se ha descrito una realización preferida de la presente invención, un trabajador de habilidad normal en esta técnica reconocería que ciertas modificaciones estarían dentro del alcance de esta invención, que se define por las reivindicaciones. Por esa razón, se deben estudiar las siguientes reivindicaciones para determinar el verdadero alcance de esta invención.

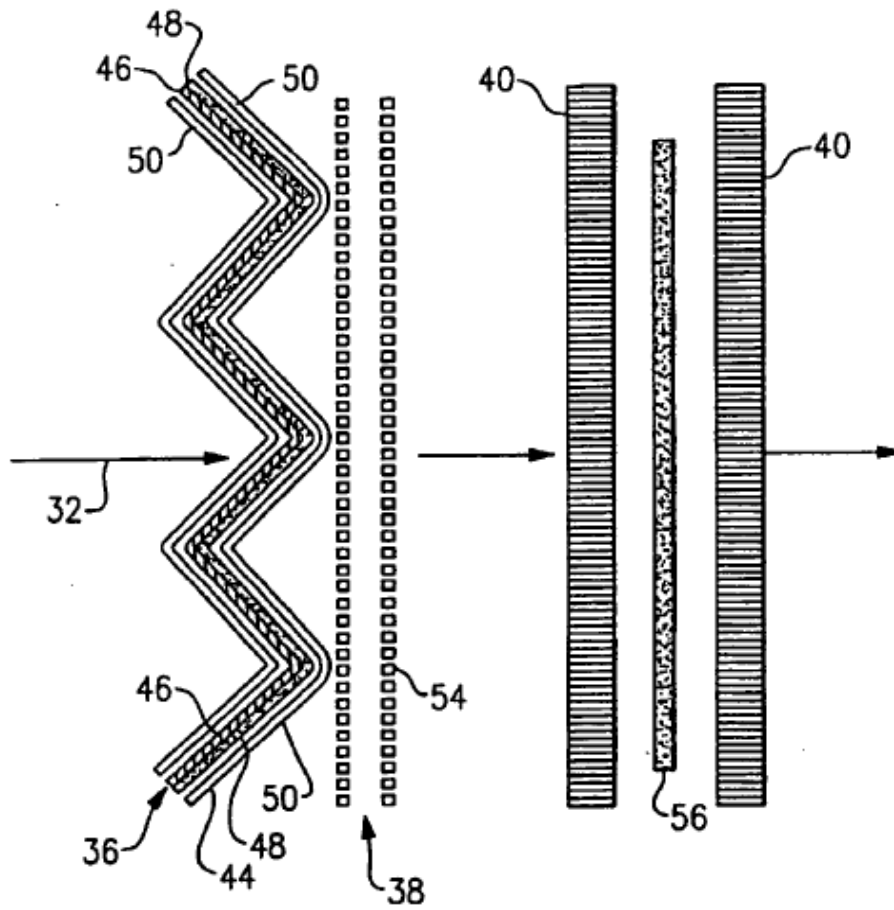
20

**REIVINDICACIONES**

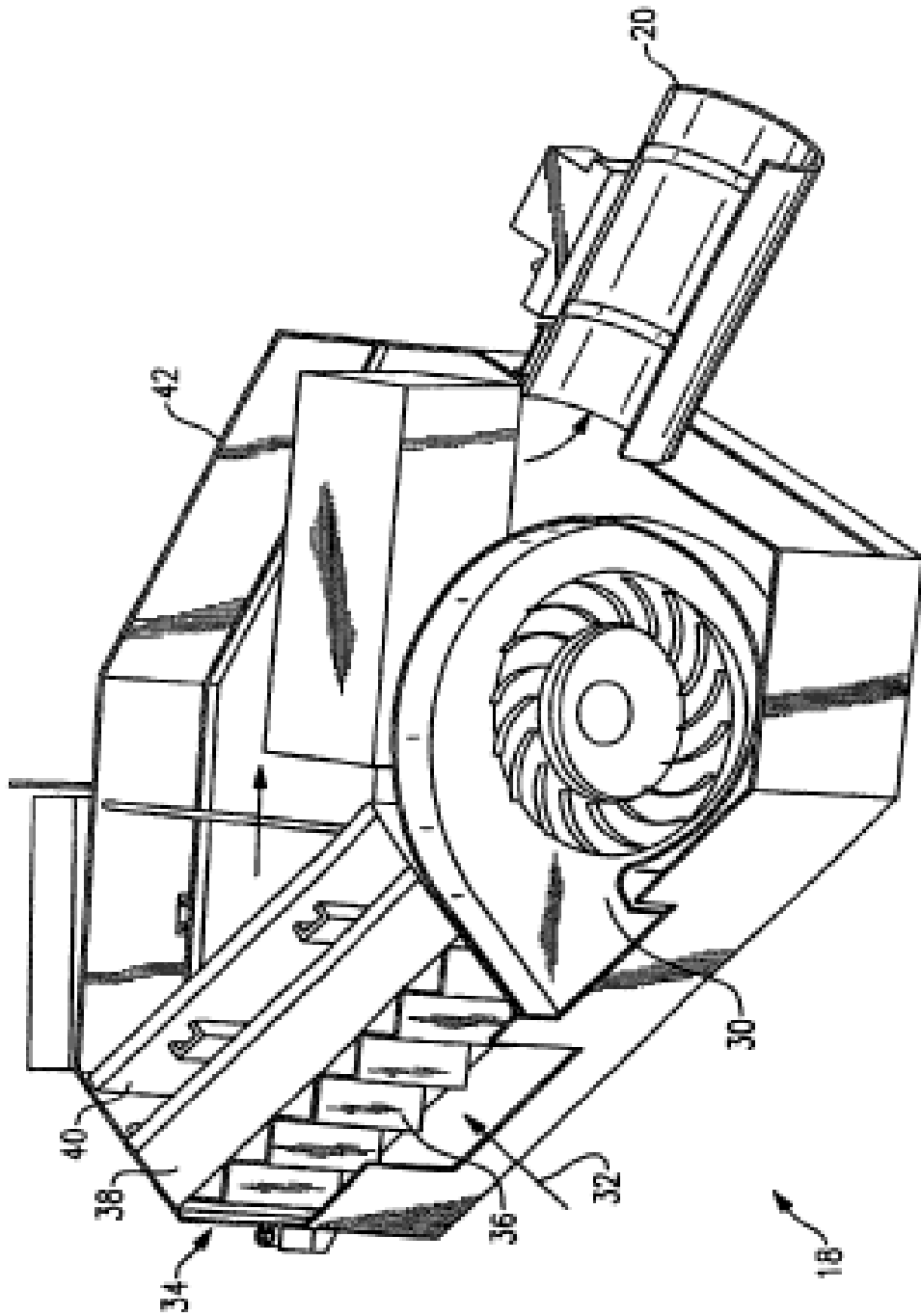
- 1.- Un aparato de tratamiento de gas para tratar una corriente de gas (32) que contiene contaminantes, que comprende:
- un filtro (36) dispuesto en una trayectoria de un flujo de gas;
- 5 un fotocatalizador (4) en comunicación fluida con dicho filtro;
- una luz ultravioleta (56) colocada para iluminar y activar dicho fotocatalizador; y
- un dispositivo de plasma (38) en comunicación fluida con dicho fotocatalizador, estando dicho dispositivo de plasma posicionado para tratar los contaminantes en la trayectoria del flujo del gas,
- caracterizado por:
- 10 un elemento de calefacción (50) que rodea al filtro y que es selectivamente operable para calentar el filtro, para de ese modo liberar selectivamente los contaminantes,
- en donde el aparato se coloca para operar en un primer modo donde el elemento de calefacción y el dispositivo de plasma están apagados y el fotocatalizador está en una condición de encendido, de tal manera que dicho filtro retiene al menos una porción de los contaminantes en la corriente de gas cuando dicho fotocatalizador está en una
- 15 condición de encendido, y operar en un segundo modo donde el elemento de calefacción está encendido para liberar selectivamente los contaminantes del filtro cuando dicho fotocatalizador está en una condición de apagado, y en donde dicho dispositivo de plasma se posiciona adyacente a dicho filtro y se activa en el segundo modo para transformar químicamente a los contaminantes que dicho filtro libera.
- 2.- Un aparato como se reclama en la Reivindicación 1, en donde dicho dispositivo del plasma (38) se posiciona
- 20 aguas arriba de dicho fotocatalizador (40).
- 3.- Un aparato como se reclama en la Reivindicación 1 ó 2, en donde dicho dispositivo de plasma (38) se posiciona aguas abajo de dicho filtro (36).
- 4.- Un aparato como se reclama en una reivindicación precedente, que incluye un material para destruir ozono (58)
- 25 en comunicación fluida con dicho dispositivo de plasma (38), recibiendo dicho material para destruir ozono el ozono al menos de dicho dispositivo de plasma.
- 5.- Un aparato como se reclama en una reivindicación precedente, en donde dicho filtro (36) al menos incluye carbón activado que adsorbe los contaminantes de la corriente de gas para retener los contaminantes cuando la corriente de gas está en contacto con el carbón activado.
- 6.- Un aparato como se reclama en una reivindicación precedente, en donde dicho dispositivo de plasma (38) es uno
- 30 de una pluralidad de dispositivos de plasma en comunicación fluida con dicho fotocatalizador.
- 7.- Un método de operar un aparato de tratamiento de gas según la Reivindicación 1, comprendiendo el método: un filtro (38) en una trayectoria de un flujo de gas; un fotocatalizador (40) en comunicación fluida con el filtro; una luz ultravioleta (56) colocada para iluminar y activar dicho fotocatalizador; un dispositivo de plasma (38) en comunicación fluida con el fotocatalizador y posicionado para tratar los contaminantes en la trayectoria del flujo del
- 35 gas, y un elemento de calefacción (50) operable selectivamente para calentar el filtro y de ese modo liberar selectivamente a los contaminantes; comprendiendo el método:
- operar el aparato en un primer modo, en donde el elemento de calefacción y el dispositivo de plasma están apagados y el fotocatalizador está en una condición de encendido, de tal manera que al menos una porción de los contaminantes en el gas se retienen por el filtro; y
- 40 operar el aparato en un segundo modo, en donde el elemento de calefacción se usa para regenerar el filtro al calentar el filtro para liberar los contaminantes, en donde el fotocatalizador está apagado, y en donde el dispositivo de plasma se activa para transformar químicamente a los contaminantes que dicho filtro libera.



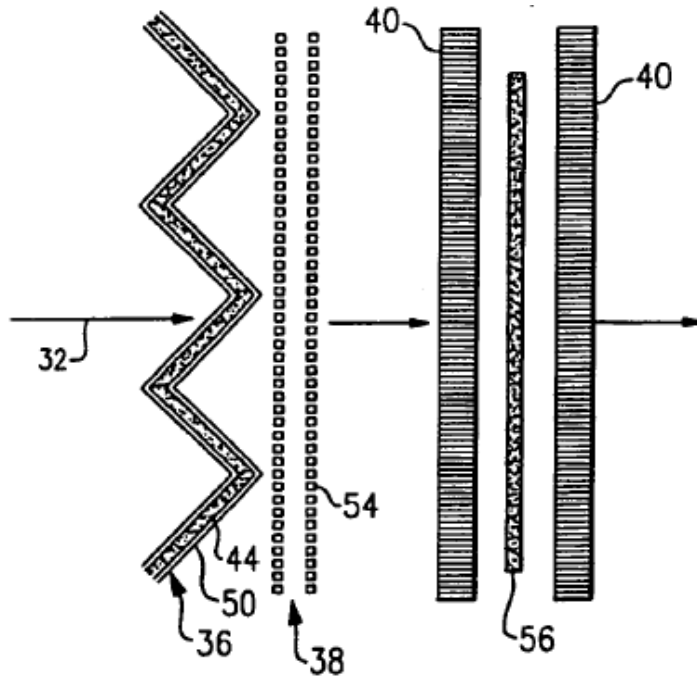
**FIG.1**



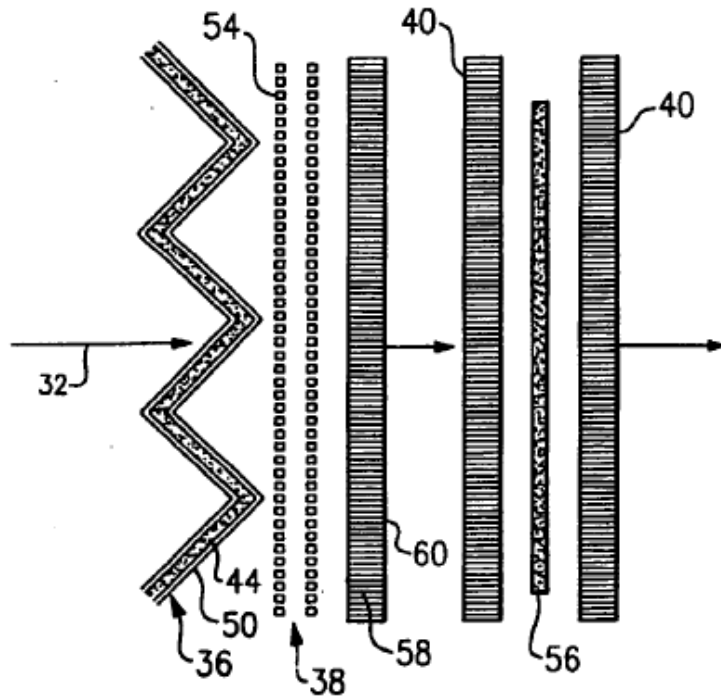
**FIG.4**



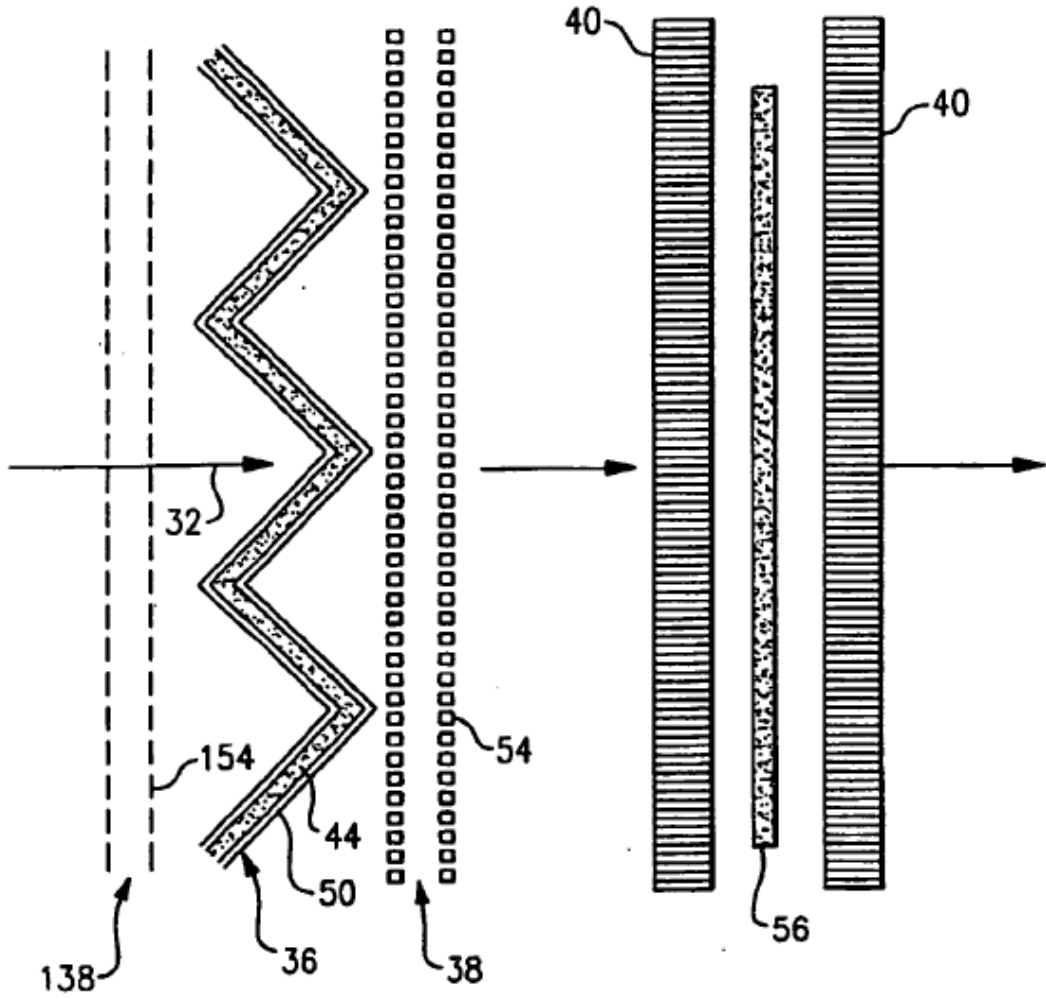




**FIG. 3**



**FIG. 5**



**FIG.6**