

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 885 074**

51 Int. Cl.:

B01D 61/38 (2006.01)
B01D 53/34 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B01F 5/00 (2006.01)
B01F 5/04 (2006.01)
B01F 5/06 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
B01D 53/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2017** **PCT/IB2017/000925**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018** **WO18002710**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2017** **E 17819427 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021** **EP 3474972**

54 Título: **Sistemas y métodos de tratamiento de aire**

30 Prioridad:

28.06.2016 US 201662355375 P
28.12.2016 US 201662439511 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2021

73 Titular/es:

AIROVATION TECHNOLOGIES LTD (50.0%)
2 Ilan Ramon St.
Ness Ziona, IL y
YISSUM RESEARCH DEVELOPMENT COMPANY
OF THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM
LTD. (50.0%)

72 Inventor/es:

MAAYAN, MARAT;
STOIN, URI;
SASSON, YOEL y
WEINFELD, DORON

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 885 074 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

Sistemas y métodos de tratamiento de aire

5 La presente divulgación se refiere en general a sistemas y métodos para tratar el aire. Más específicamente, esta divulgación se refiere a sistemas y métodos para reducir una cantidad de una o más especies de gas objetivo a partir de un volumen de aire tratado al dispersar una pluralidad de microburbujas a través de una solución acuosa de tratamiento de aire.

10 Información de contexto

En algunas situaciones, una fuente de aire puede estar contaminada como resultado de la presencia o generación de gases tóxicos, por ejemplo, gases orgánicos, vapores orgánicos, nieblas orgánicas, etc. Además, la fuente de aire puede no ser apta para o indeseable para respirar en vista de la presencia de material particulado o cantidades de gases (por ejemplo, presiones parciales de especies gaseosas) que se apartan de las condiciones atmosféricas estándar. Tales condiciones pueden ocurrir, por ejemplo, como resultado de la presencia de fuego, especialmente en un ambiente cerrado, como un edificio. Entre otras cosas, el fuego puede contribuir a un aumento de los niveles de partículas, humo y especies a base de carbono (por ejemplo, monóxido de carbono, dióxido de carbono, etc.), que pueden ser dañinos para respirar.

20 Los sistemas de protección contra incendios suelen ser una extensión de los sistemas de distribución de agua existentes. Estos sistemas pueden ser inadecuados en muchas situaciones (por ejemplo, incendios en edificios altos). Además, el deterioro de las tuberías, los cabezales de los rociadores y el sistema hidráulico (la capacidad del sistema para suministrar agua según las especificaciones de diseño) en los sistemas de protección contra incendios puede estar presente y causar un rendimiento reducido del equipo de seguridad contra incendios. Dicho deterioro puede atribuirse a la calidad del agua que se suministra desde la fuente de distribución de agua, incluidas las fuentes de distribución de agua potable.

30 Existe la necesidad de un equipo de seguridad contra incendios que ofrezca una menor dependencia de los sistemas de seguridad a base de agua. También existe la necesidad de equipos que puedan mitigar los riesgos de aire contaminado producido por el fuego o cualquier otra condición que resulte en aire inadecuado o indeseable para respirar.

35 La protección contra el aire contaminado puede proporcionar a las personas que experimentan un incendio u otra situación más tiempo y capacidad para escapar de la situación (por ejemplo, los habitantes o trabajadores en edificios pueden tener más tiempo para evacuar de manera segura y pueden usar las instalaciones existentes (ascensores) para hacerlo). Dicha protección, que puede realizarse mediante las realizaciones divulgadas actualmente y su capacidad para proporcionar aire seguro para respirar, también puede proteger a las personas que deben permanecer en el sitio durante situaciones de aire peligrosas (por ejemplo, personal de la sala de control del edificio, bomberos, etc.). Las realizaciones divulgadas actualmente pueden ser eficaces en el tratamiento del aire para eliminar una o más especies gaseosas o partículas producidas por el fuego. Sin embargo, las realizaciones divulgadas actualmente también pueden ser útiles para tratar el aire de cualquier entorno con el fin de cambiar el carácter del aire (por ejemplo, reducir un nivel de una especie de gas objetivo, reducir los niveles de especies que contienen carbono, reducir los niveles de partículas, reducir los niveles de agentes biológicos, reducir los niveles de componentes tóxicos, etc.).

45 Equipo de control de emisiones para calderas, calentadores, hornos u otros dispositivos de generación de gases de combustión o gases de combustión (por ejemplo, los ubicados en centrales eléctricas, plantas de procesamiento) y un método para eliminar y/o capturar óxidos de carbono (por ejemplo, CO₂ o CO) del gas de combustión o gas de combustión se divulga en el documento US2010/104492.

50 El documento US 2013/042756 divulga un purificador de aire que tiene un generador de burbujas configurado para generar burbujas de aire finas con un diámetro de aproximadamente 50 µm o menos y una carga eléctrica negativa. El generador de burbujas está acoplado a un tanque de purificación de aire, que contiene un líquido para purificar el aire dentro de las burbujas de aire disolviendo las impurezas. El tanque también tiene un electrodo positivo dispuesto dentro del líquido. El electrodo positivo está configurado para atraer las burbujas de aire cargadas negativamente, promoviendo así la desespumación y aumentando la tasa de flujo de aire.

60 El documento US 2005/145108 divulga un sistema para limpiar aire en el que el aire a limpiar se burbujea a través de una fase acuosa y una fase orgánica. El aire se burbujea hacia arriba a través del líquido para aprovechar el peso del líquido para comprimir el gas, aumentando así la solubilidad del gas en el líquido. Debido a la gravedad específica, la fase acuosa se encuentra generalmente en el fondo de al menos un cilindro o recipiente, y la fase orgánica generalmente se encuentra en la parte superior de la fase acuosa. Los gases se eliminan de forma continua o periódica para asegurar que haya reactivos adecuados en las fases acuosa y orgánica, de modo que los reactivos que contengan puedan reemplazarse según sea necesario. No hay límite para el número de cilindros que se pueden usar, dependiendo de la impureza y, por lo tanto, de la cantidad de reactivos que se usarán para tratar el aire.

Resumen

Un aspecto de la presente solicitud proporciona una unidad de tratamiento de aire para reducir los niveles de una o más especies de gas objetivo o partículas producidas por fuego en aire contaminado de acuerdo con la reivindicación 1.

Otro aspecto de la presente solicitud proporciona un método de tratamiento de aire contaminado con una unidad de tratamiento de aire para reducir los niveles de una o más especies de gas objetivo o partículas producidas por el fuego en el aire contaminado de acuerdo con la reivindicación 13.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta divulgación, ilustran varias realizaciones divulgadas. En los dibujos:

La Fig. 1 es una representación esquemática de una unidad de tratamiento de aire de acuerdo con una realización divulgada a modo de ejemplo.

La Fig. 2 proporciona una representación esquemática de un elemento de dispersión de aire de acuerdo con una realización divulgada a modo de ejemplo.

La Fig. 3 proporciona una representación de una vista en perspectiva de una unidad de tratamiento de aire de acuerdo con una realización divulgada a modo de ejemplo.

La Fig. 4 proporciona una vista en perspectiva de un sistema de tratamiento de aire, que incluye una unidad de tratamiento de aire, de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo.

La Fig. 5 proporciona otra vista en perspectiva de un sistema de tratamiento de aire, que incluye una unidad de tratamiento de aire, de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo.

La Fig. 6 muestra una representación esquemática de otro convertidor termocatalítico de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo.

La Fig. 7 proporciona una vista en perspectiva en corte del convertidor termocatalítico mostrado en la Fig. 6.

La Fig. 8 proporciona una representación esquemática de un sistema de tratamiento de aire incorporado con un sistema de ascensor, de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo.

La Fig. 9 proporciona una representación esquemática de un sistema de respiración personal, de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en los dibujos y la siguiente descripción para referirse a partes iguales o similares. Aunque en el presente documento se describen varias realizaciones ilustrativas, son posibles modificaciones, adaptaciones y otras implementaciones. Por ejemplo, se pueden realizar sustituciones, adiciones o modificaciones a los componentes ilustrados en los dibujos, y los métodos ilustrativos descritos en este documento se pueden modificar sustituyendo, reordenando, eliminando o añadiendo etapas a los métodos divulgados. De acuerdo con lo anterior, la siguiente descripción detallada no se limita a las realizaciones y ejemplos divulgados. En cambio, el alcance adecuado está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Una unidad de tratamiento de aire puede servir como un componente central de las realizaciones divulgadas actualmente. La figura 1 proporciona una representación en diagrama de bloques de una unidad 100 de tratamiento de aire de acuerdo con una realización descrita a modo de ejemplo. La unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir una entrada 102 de aire para recibir un flujo de aire de entrada para su tratamiento. La unidad 100 de tratamiento de aire también incluye un depósito 104 de reacción configurado para contener una solución acuosa de tratamiento de aire. Un elemento 106 de dispersión de aire puede estar conectado por flujo con la entrada de aire (por ejemplo, ya sea a través de una conexión de flujo directa o mediante una conexión indirecta que incluya uno o más conductos intermedios, elementos de tratamiento, bombas o cualquier otro dispositivo o unidad para permitir un flujo de aire). El elemento 106 de dispersión de aire se puede configurar para convertir al menos una parte del flujo de aire de entrada en una pluralidad de microburbujas 108 para su introducción en la solución 110 acuosa de tratamiento de aire, que puede reducir una cantidad de una o más especies de gas objetivo contenidas dentro de la pluralidad de microburbujas a través de la reacción con la solución acuosa de tratamiento de aire. Como se usa en este documento, el término microburbujas puede referirse a cualquier burbuja de aire a tratar que tenga un diámetro de menos de un milímetro.

La unidad 100 de tratamiento de aire también puede incluir una salida 112 de aire configurada para sacar aire tratado del depósito 104 de reacción.

El elemento 106 de dispersión de aire puede incluir cualquier estructura adecuada para recibir un flujo de aire de entrada a tratar y proporcionar al menos una parte del aire a tratar al depósito 104 de reacción en forma de una pluralidad de microburbujas 108. La Fig. 2 proporciona una representación esquemática de una vista superior de un elemento 106 de dispersión de aire de acuerdo con una realización descrita a modo de ejemplo. Como se muestra, el elemento 106 de dispersión de aire puede incluir una pluralidad 202 de orificios para emitir microburbujas 108 al depósito 104 de reacción.

La pluralidad 202 de orificios puede incluir cualquier tamaño o forma adecuados y puede disponerse en cualquier patrón de distribución adecuado para proporcionar microburbujas que tengan un conjunto deseado de características. Por ejemplo, el tamaño (por ejemplo, el diámetro) de los orificios en el elemento 106 de dispersión de aire puede estar relacionado con el diámetro de las microburbujas producidas en el depósito 104 de reacción. A medida que aumenta el tamaño del orificio, también puede aumentar el tamaño de las microburbujas. Además, el patrón de distribución de la pluralidad de orificios en el elemento 106 de dispersión de aire puede contribuir a sí y cómo las microburbujas emitidas interactúan entre sí. Los orificios que están más juntos pueden dar como resultado un mayor número de colisiones de microburbujas a microburbujas en comparación con los orificios que están más separados. Además, los orificios que están más juntos pueden dar como resultado un mayor número de fusiones entre microburbujas, lo que puede reducir en gran medida la eficiencia de la reacción al reducir la relación entre el área de la superficie de reacción disponible y el volumen de la burbuja.

En algunas realizaciones, la pluralidad de orificios puede incluir un diámetro medio de entre 0.5 micrómetros y 500 micrómetros. En otras realizaciones, la pluralidad de orificios puede tener un diámetro medio de entre 10 micrómetros y 100 micrómetros.

Con respecto al espaciamiento de los orificios, algunas realizaciones pueden incluir una pluralidad de orificios en el elemento 106 de dispersión de aire que están separados entre sí por una distancia promedio que está entre dos veces y 30 veces el diámetro promedio de la pluralidad de orificios. En otras realizaciones, la pluralidad de orificios puede estar separada entre sí por una distancia media que es de entre seis y ocho veces el diámetro medio de la pluralidad de orificios. En algunas realizaciones, la pluralidad de orificios se puede distribuir a través de al menos una parte del elemento 106 de dispersión de aire con una densidad de distribución de entre uno y 100 orificios por centímetro cuadrado. En otras realizaciones, la pluralidad de orificios se puede distribuir a través de al menos una parte del elemento 106 de dispersión de aire con una densidad de distribución de entre tres y siete orificios por centímetro cuadrado.

Tales rangos de diámetro, distancias de separación y/o distancias de distribución pueden tener efectos importantes sobre el rendimiento de la unidad 100 de tratamiento de aire. Por ejemplo, los orificios que están dimensionados, espaciados y distribuidos dentro de los rangos descritos anteriormente pueden proporcionar beneficios tales como altos caudales operativos de aire a tratar (por ejemplo, entre 300 litros/min y 600 litros/min, o más) y pueden ofrecer un rendimiento de tratamiento de aire significativamente mejorado (por ejemplo, aumentando el área de superficie y disminuyendo las distancias de difusión para mejorar la interacción entre gases especies contenidas en las microburbujas y la solución de tratamiento acuosa en el depósito 104 de reacción) en comparación con burbujas que tienen diámetros mayores de un milímetro o que están más espaciadas (tendiendo a disminuir la velocidad de flujo) o más juntas (tendiendo a producir más burbujas) colisiones de burbujas y combinación de burbujas en burbujas más grandes que disminuyen el área de superficie total disponible para la reacción). Se ha encontrado, por ejemplo, que las burbujas que tienen un diámetro de 200 micrómetros pueden ser hasta aproximadamente 300 veces menos eficientes en el tratamiento del aire que las burbujas que tienen un diámetro menor de 100 micrómetros y pueden ser casi tan ineficaces en el tratamiento del aire como las burbujas que tienen un diámetro de 1 mm.

La relación entre el tamaño de la burbuja y el rendimiento del sistema se puede ilustrar adicionalmente comparando la superficie de una única burbuja esférica con un radio de 1 cm con el mismo volumen de aire dividido en 106 burbujas esféricas con un radio de 100 micrómetros. En el caso de una sola burbuja, el área de la superficie de la burbuja será de aproximadamente 12.567 cm², mientras que el área de superficie total de las microburbujas será de aproximadamente 1.256 cm², una relación de 1:100. Esto puede tener un efecto directo sobre la solubilidad de los gases en el medio de la solución activa y puede tener un efecto directo sobre la velocidad de reacción y conversión de la reacción. De acuerdo con las leyes de difusión, el tiempo promedio requerido para que una molécula pase una distancia determinada aumenta con el cuadrado de la distancia (debido a colisiones aleatorias con otras moléculas). En consecuencia, el tiempo requerido para que una molécula viaje desde el centro de una burbuja con un diámetro de 1 cm hasta su superficie es 10,000 veces mayor que el tiempo que toma cuando el diámetro es de 100 micrómetros. El uso de pequeñas burbujas puede tener otras ventajas importantes. Por ejemplo, la relación del volumen de la burbuja a su superficie es proporcional a su radio (suponiendo una burbuja esférica). Por lo tanto, cuanto más pequeñas sean las burbujas, durante una unidad de tiempo determinada, un porcentaje mayor del volumen de gas dentro de la burbuja puede reaccionar con la solución.

El elemento 106 de dispersión de aire puede fabricarse de cualquier material adecuado. El elemento de dispersión de aire puede estar hecho de metales, polímeros, etc. En una realización, el elemento 106 de dispersión de aire puede estar hecho de una lámina de acero inoxidable, membrana, etc. El espesor del elemento de dispersión de aire puede seleccionarse entre varios valores. En algunas realizaciones, el elemento de dispersión de aire tiene un espesor dentro de un rango de 10 micrómetros a 500 micrómetros (preferiblemente alrededor de 100 micrómetros). En algunas realizaciones, el elemento 106 de dispersión de aire puede estar al menos parcialmente revestido con níquel.

El elemento 106 de dispersión de aire está configurado para producir microburbujas de aire para ser tratadas en el depósito 104 de reacción. Como se señaló, las características de las microburbujas pueden afectar significativamente el rendimiento de la unidad de tratamiento de aire al reducir el nivel de una especie gaseosa del aire a ser tratado. Por ejemplo, a medida que disminuye el tamaño de las microburbujas, puede aumentar el área superficial para posibles reacciones entre las moléculas dentro de las burbujas y los agentes activos de la solución acuosa de tratamiento del aire, y puede disminuir la distancia de difusión entre las moléculas y los agentes activos. En algunas realizaciones, el elemento 106 de dispersión de aire está configurado para generar microburbujas que tienen un diámetro medio de entre 1 y 100 micrómetros. En otras realizaciones, el elemento de dispersión de aire puede configurarse para generar microburbujas que tienen un diámetro medio de entre 5 y 50 micrómetros.

En cuanto a la distribución de diámetros de microburbujas, el elemento de suministro de aire puede producir burbujas muy uniformes. En algunos casos, al menos el 80 % de las microburbujas tienen un diámetro medio de entre 10 micrómetros y 70 micrómetros. Las propiedades de las microburbujas también contribuyen al recorrido libre medio de las burbujas en la solución de tratamiento acuosa. Los recorridos libres medios más largos pueden aumentar la cantidad de tiempo disponible para reacciones potenciales entre las moléculas en las microburbujas y los agentes activos en la solución de tratamiento acuosa. En algunas realizaciones, las microburbujas generadas por el elemento de dispersión de aire pueden tener un recorrido libre medio en la solución de tratamiento de aire que varía de 0.01 cm a 25 cm. En algunas realizaciones, al menos el 80 % de las microburbujas generadas por el elemento de dispersión de aire tienen un recorrido libre medio de al menos 1 mm.

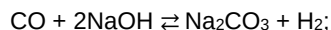
La solución acuosa incluida en el depósito 104 de reacción puede incluir cualquier agente activo adecuado para reaccionar y reducir una cantidad de una o más especies gaseosas en el aire a tratar. En algunas realizaciones, la solución de tratamiento acuosa incluye una combinación de un agente oxidante y un hidróxido alcalino. En algunos casos, estos componentes pueden reaccionar entre sí para formar un superóxido, que a su vez reacciona con especies gaseosas en el aire a tratar. En algunas realizaciones, el agente oxidante puede incluir uno o más de entre peróxido de hidrógeno, permanganato, persulfato o combinaciones de los mismos. El hidróxido alcalino puede incluir uno o más de hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, fosfato trisódico, fosfato tripotásico, trietanolamina o combinaciones de los mismos.

Varias proporciones de agente oxidante a hidróxido alcalino pueden ser adecuadas para su uso en la solución de tratamiento de aire. En algunas realizaciones, la solución de tratamiento de aire tiene una relación de agente oxidante a hidróxido alcalino de al menos 1: 1 y hasta 4: 1. En otras realizaciones, la solución de tratamiento de aire tiene una relación de agente oxidante a hidróxido alcalino de al menos 1: 1 y hasta 1.6: 1.

De manera similar, se pueden usar varias concentraciones de reactivos para proporcionar la solución de tratamiento de aire. En algunas realizaciones, la solución acuosa de tratamiento del aire incluye peróxido de hidrógeno que tiene una molaridad de entre 5 M y 50 M, preferiblemente cerca de 10 M. La solución acuosa de tratamiento de aire también puede incluir hidróxido alcalino que tiene una molaridad de entre 3 M y 30 M. Juntos, los agentes que comprenden la solución acuosa de tratamiento del aire pueden dar como resultado un pH para la solución acuosa de tratamiento del aire de entre 10 y 12.5.

En algunas realizaciones, como se analiza con más detalle a continuación, la solución acuosa de tratamiento del aire incluye un anión superóxido formado por reacción del agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno, etc.) con al menos un hidróxido alcalino. El tratamiento de aire acuoso puede incluir además un catalizador de transferencia de fase, tal como una sal de amonio u otro compuesto o material adecuado. El catalizador de transferencia de fase puede aumentar las superficies de reacción disponibles para la reacción entre las moléculas del aire a tratar y los agentes activos (por ejemplo, aniones superóxido). Un catalizador de transferencia de fase no solo puede afectar el número de sitios de reacción disponibles, sino que también puede alterar el perfil de densidad de la solución de tratamiento acuosa para aumentar el tiempo que las microburbujas permanecen en la solución de tratamiento acuosa, un factor que puede significativamente mejorar la eficiencia del tratamiento incluso para aumentos de tiempo del orden de nanosegundos, microsegundos, etc.

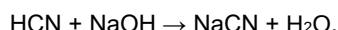
La unidad 100 de tratamiento de aire puede reducir una cantidad de una o más especies gaseosas a través de varias reacciones que ocurren, por ejemplo, entre los aniones superóxido presentes en la solución de tratamiento de aire y los gases dentro de las microburbujas que se filtran a través de la solución. Por ejemplo, el monóxido de carbono puede reaccionar con una solución alcalina de acuerdo con una o dos de las reacciones representativas siguientes en las que se produce hidrógeno a partir de una reacción de monóxido de carbono, hidróxido de sodio y agua. También se puede producir bicarbonato de sodio o carbonato de sodio como uno de los subproductos de acuerdo con las siguientes reacciones:



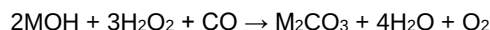
5 En realizaciones ejemplares adicionales, el dióxido de nitrógeno puede reaccionar con una solución alcalina de acuerdo con la siguiente reacción:



10 En realizaciones ejemplares adicionales, el HCN puede reaccionar con una solución alcalina de acuerdo con la siguiente reacción:



15 El monóxido de carbono puede eliminarse de una corriente de gas usando métodos de depuración en húmedo en los que el líquido empleado para capturar el CO comprende hidróxido alcalino acuoso y peróxido de hidrógeno y también un catalizador de transferencia de fase. El monóxido de carbono sufre una rápida mineralización en el correspondiente carbonato alcalino soluble en agua de acuerdo con la siguiente reacción (donde M representa el metal alcalino, por ejemplo, sodio o potasio):



25 En base a esta ecuación, se genera oxígeno como un subproducto beneficioso. En particular, la mineralización del monóxido de carbono se logra en ausencia de un catalizador de eliminación de CO. Los sistemas divulgados actualmente, por lo tanto, pueden incluir un método para eliminar el monóxido de carbono de una corriente de gas, que comprende poner la corriente de gas en contacto con una solución acuosa en la que se combinan hidróxido alcalino y peróxido de hidrógeno, preferiblemente en presencia de un catalizador de transferencia de fase.

30 El monóxido de carbono se absorbe en la solución acuosa de MOH/H₂O₂ y su oxidación tiene lugar en condiciones muy alcalinas. Es decir, se usa una solución concentrada de hidróxido alcalino, digamos, con una molaridad de no menos de 3 M, preferiblemente no menos de 5 M e incluso más preferiblemente, por encima de 6 M (de 6 a 10 M). Por ejemplo, se puede utilizar una solución de hidróxido de sodio con una concentración en peso en el intervalo entre el 20 y el 30 % (20-30 g por 100 g de agua). En cuanto al peróxido de hidrógeno, las soluciones disponibles comercialmente empleadas comúnmente en las industrias químicas, tales como una solución al 30 % (que contiene 30 g de H₂O₂ por 100 g de agua) o soluciones de calidad superior, son todas adecuadas para su uso en la invención.

35 Los dos reactivos (H₂O₂ y MOH) se combinan juntos en la solución acuosa de manera que la relación molar H₂O₂: OH⁻ no sea menor de 1: 1, por ejemplo, no menor de 1.2: 1, por ejemplo, en el intervalo de 1.2: 1 a 3: 1, más específicamente de 1.4: 1 a 2.5: 1. La eliminación del monóxido de carbono del gas se mejora generalmente con la adición gradual de una solución de peróxido de hidrógeno a la solución base, mientras que simultáneamente se obliga al gas a entrar en contacto con los reactivos mezclados resultantes.

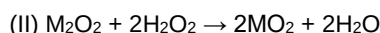
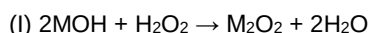
40 Otra variable del proceso que puede ajustarse para mejorar la eliminación de CO es la temperatura del medio de reacción: cuanto menor es la temperatura, mayor es la solubilidad del gas en la solución acuosa. En consecuencia, se puede lograr una mejor eficiencia al poner en contacto el gas y el reactivo acuoso a una temperatura relativamente baja, por ejemplo, en el rango de 5 a 80 °C. Por lo tanto, la temperatura de la corriente de gas puede reducirse pasándola a través de un intercambiador de calor antes de su alimentación a la solución acuosa; o se puede controlar adecuadamente la temperatura de la solución acuosa.

50 El peróxido de hidrógeno reacciona con grupos hidroxilo para generar varios radicales con fuertes propiedades oxidativas y la adición de un catalizador de transferencia de fase (PTC) sirve para minimizar la pérdida de estas especies activas, debido a la capacidad de PTC para intercambiar iones con la fase acuosa. El catalizador de transferencia de fase de elección se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en sales de onio, especialmente sales de amonio, en particular sales de amonio cuaternario alifáticas. Estas sales tienen un catión que contiene nitrógeno, por ejemplo, un catión de amonio cuaternario, a saber, N⁺R₁R₂R₃R₄ donde cada uno de R₁, R₂, R₃ y R₄ es independientemente un grupo alquilo C₁-C₁₈ (preferiblemente alquilo C₁-C₁₂, que puede ser ya sea lineal o ramificado, lo más preferiblemente lineal) y un contraanión, por ejemplo, un anión haluro tal como cloruro o bromuro. Se prefieren especialmente las sales de amonio cuaternario de fórmula N⁺CH₃[(CH₂)_kCH₃]₃ Hal⁻, en la que k es al menos 5, por ejemplo, entre 5 y 9, y Hal es cloruro o bromuro. Como ejemplo de esta subclase preferida de sales de amonio cuaternario, se puede mencionar el haluro de metiltrioctilamonio.

60 (K = 7), que está disponible comercialmente en forma de su sal cloruro como Aliquat 336. Otros ejemplos incluyen bromuro de didodecil dimetilamonio (DDAB); bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB); y bromuro de tetraoctilamonio (TOAB). La relación en peso entre la solución de MOH y el PTC es de 1: 0.01 a 1: 0.3, preferiblemente de 1: 0.05 a 1: 0.1.

La separación de monóxido de carbono podría lograrse lavando el gas con el líquido descrito anteriormente (H_2O_2 acuoso/MOH y opcionalmente PTC) en un contactor gas-líquido. Con este fin, se podrían utilizar muchos diseños posibles de depuradores húmedos, incluyendo un depurador de lecho compacto, un depurador por aspersión, un depurador de placas y un depurador Venturi.

La mezcla del agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno, etc.) con un hidróxido alcalino puede resultar en la generación de un anión radical superóxido. Dicho superóxido puede reaccionar con materiales que contienen carbono para formar una sal de carbonato. En algunos casos, se puede usar peróxido de hidrógeno como agente oxidante en una concentración de al menos 10 M, por ejemplo, entre 10 M y 30 M o hasta 50 M. Las concentraciones y cantidades relativas de agente oxidante y el hidróxido alcalino pueden ser ajustados de manera que la reacción dé como resultado la formación del radical superóxido anión O_2^- , mediante la siguiente secuencia de reacciones:



Donde M indica el metal alcalino (por ejemplo, sodio, potasio, etc.). El anión superóxido reacciona rápidamente con especies que contienen carbono (por ejemplo, dióxido de carbono, monóxido de carbono, etc.) para producir productos de reacción a base de sal.

La solución acuosa de tratamiento del aire incluida en el depósito 104 de reacción puede proporcionarse o prepararse de diversas formas. En algunos casos, por ejemplo, cuando las especies activas de la solución acuosa pueden coexistir sin una reacción significativa, la solución acuosa puede precargarse en el depósito 104 de reacción durante la fabricación, durante la instalación, etc. En otros casos, incluidos aquellos en los que la solución acuosa está compuesta por un agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno, etc.) que reacciona con un hidróxido alcalino para formar aniones superóxido que reaccionan con especies gaseosas en el aire que se va a tratar, la mezcla de los constituyentes inicia una reacción que crea los aniones superóxido. Tal mecanismo puede ser ventajoso porque los reactivos pueden combinarse solo cuando sea necesario y en las cantidades necesarias. De esta manera, se pueden conservar los reactivos, lo que puede prolongar la vida útil de la solución acuosa de tratamiento (especialmente en casos (por ejemplo, aparatos de respiración personal) donde las cantidades de reactivos disponibles para crear la solución de tratamiento de aire pueden ser limitadas).

La unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir varias configuraciones para permitir la generación de la solución acuosa y/o el ajuste de las características de la solución. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 1, la unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir un depósito 120 de agua para proporcionar un suministro de agua al depósito 104 de reacción. La unidad 100 de tratamiento de aire también puede incluir un depósito 124 de agente oxidante y un depósito 122 de hidróxido alcalino para proporcionar suministros de agente oxidante e hidróxido alcalino, respectivamente, al depósito. Los depósitos 122 y 124 pueden almacenar reactivos en forma líquida o en forma sólida. Además, el suministro de reactivos al depósito de reacción se puede realizar mediante flujo de fluido o mediante cualquier tipo de transferencia mecánica. En algunas realizaciones, un agente oxidante, tal como peróxido de hidrógeno, puede fluir o proporcionarse desde el depósito 124 a través de una primera entrada 160 de reactivo. Un agente de hidróxido alcalino puede fluir o proporcionarse desde el depósito 122 a través de una segunda entrada 162 de reactivo. El agua puede ser suministrada al depósito 104 de reacción a través de la entrada 164 de agua.

En algunas realizaciones, uno o más constituyentes de la solución de tratamiento acuosa (por ejemplo, agua y el hidróxido alcalino) pueden precargarse en el depósito 104 de reacción, y después de una determinación de que el aire a tratar está disponible, la solución de tratamiento puede ser activada mediante la adición de al menos parte del agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno, etc.). En otros casos, se puede suministrar más de uno de los reactivos disponibles, incluidos el agente oxidante y el hidróxido alcalino, al depósito de reacción según sea necesario en respuesta a la información obtenida de uno o más sensores.

En algunas realizaciones, la unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir un controlador 126 y uno o más sensores, que incluyen, por ejemplo, sensores 128, 130, 132 de aire; sensor 134 de pH; y sensor 136 de nivel de fluido. Los sensores 128, 130 y/o 132 de aire pueden generar salidas indicativas de un nivel de al menos un constituyente en un volumen de aire. Como se muestra, el sensor 132 puede monitorizar la calidad del aire dentro de la entrada 102, o en cualquier otra ubicación corriente arriba del depósito 104 de reacción. El sensor 130 puede monitorizar la calidad del aire dentro de la entrada 112, o en cualquier otra ubicación corriente abajo del depósito 104 de reacción. Y el sensor 128 puede monitorizar la calidad del aire en un lugar alejado de la unidad de tratamiento de aire (por ejemplo, en el hueco de un ascensor, habitación, pasillo, etc. dentro de un edificio o en cualquier lugar en un ambiente ya sea en interiores o exteriores).

El controlador 126 puede basarse en cualquier tipo de dispositivo lógico que pueda programarse con instrucciones para permitir que el controlador realice las funciones específicas divulgadas en este documento (por ejemplo, usando instrucciones discretas, redes neuronales, etc.). El controlador 126 puede incluir uno o más microprocesadores, matrices de puertas lógicas, preprocesadores, CPU, circuitos de soporte, procesadores de señales digitales, circuitos

integrados, memoria o cualquier otro tipo de dispositivo adecuado para ejecutar aplicaciones, incluidas las instrucciones programadas y para el análisis de señales de entrada. En algunas realizaciones, el controlador 126 puede incluir cualquier tipo de procesador de uno o varios núcleos, unidad central de procesamiento, etc. Se pueden usar varios dispositivos de procesamiento, incluidos, por ejemplo, procesadores disponibles de fabricantes como Intel®, AMD®, etc. y puede incluir varias arquitecturas (por ejemplo, procesador x86, ARM®, etc.).

Se pueden ajustar activamente varios aspectos de la solución de tratamiento acuosa bajo el mando del controlador en base a las salidas supervisadas de estos (y cualquier otro) sensores. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador puede monitorizar la salida de cualquiera de los sensores 130, 132 y/o 128 de calidad del aire para determinar un nivel (o cualquier indicador de un nivel) de al menos un constituyente en el aire monitoreado por el sensor respectivo. Si se determina que el nivel excede un umbral predeterminado, el controlador 126 puede provocar una o más acciones para generar una solución de tratamiento de aire dentro del depósito 104 de reacción configurado para reaccionar con el constituyente monitoreado (o cualquier otro constituyente (s) de un volumen de aire a tratar). Por ejemplo, el controlador 126 puede iniciar la transferencia al depósito 104 de reacción de un suministro de peróxido de hidrógeno (u otro agente oxidante) a través de la primera entrada 160 de reactivo. Tal transferencia puede efectuarse mediante el control de uno o más componentes de flujo controlables (por ejemplo, bombas, válvulas, etc.). En algunas realizaciones, el controlador 126 también puede iniciar la transferencia al depósito 104 de reacción de un suministro de hidróxido alcalino a través de la segunda entrada 162 de reactivo. Además, el controlador 126 puede provocar el inicio de un flujo de aire para ser tratado en la entrada 102 mediante el control de varias bombas, válvulas de compuerta, ventiladores, conductos de ventilación, etc. En particular, la salida del sensor 132 de aire (en la entrada 102 de aire) o del sensor 128 de aire (en un entorno alejado de la unidad 100 de tratamiento de aire) puede ser útil para determinar cuándo iniciar la operación de la unidad 100 de tratamiento de aire. Por ejemplo, uno o más de estos sensores pueden monitorizar el aumento de las condiciones (por ejemplo, fuego, contaminación química, etc.) bajo las cuales se puede desear el tratamiento del aire. Si, por ejemplo, el sensor 128 de aire (ubicado, por ejemplo, en el hueco de un ascensor, habitación, pasillo, etc. dentro de un edificio o en cualquier lugar en un ambiente ya sea en interiores o exteriores) determina que una o más especies gaseosas objetivo están presentes y si se desea reducir o eliminar esas especies objetivo, entonces esa información proporcionada por el sensor 128 de aire puede usarse para iniciar el funcionamiento de la unidad de tratamiento de aire o cualquier sistema en el que esté incluida la unidad de tratamiento de aire. El sensor 130 de aire, colocado en la salida 112 de la unidad 100 de tratamiento de aire, puede ser útil como un dispositivo de retroalimentación para el controlador 126. Por ejemplo, el sensor 126 puede permitir que el controlador 126 controle un nivel de una especie química (por ejemplo, CO, etc.) en la salida de la unidad de tratamiento de aire (postratamiento). Si el nivel excede un nivel predeterminado (por ejemplo, 100 ppm), entonces el controlador 126 puede ajustar una característica de la solución de tratamiento acuosa, por ejemplo, agregando al depósito 104 de reacción una o más de una porción del agente oxidante del depósito 124 y/o una porción del hidróxido alcalino del depósito 122.

Como se indicó anteriormente, la unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir un sensor 134 de pH configurado para proporcionar una indicación de salida de un nivel de pH asociado con la solución 110 de tratamiento acuosa. El controlador 126 puede monitorizar la salida del sensor 134 de pH para determinar un nivel de pH de la solución en el depósito 104 de reacción. El controlador 126 también puede determinar cómo se compara el nivel de pH de la solución en el depósito de reacción con un nivel de pH objetivo o rango de valores de pH (por ejemplo, entre 10 y 12.5). Si el controlador 126 determina que el nivel de pH de la solución en el depósito 104 de reacción difiere del nivel de pH objetivo en más de una diferencia de umbral (o cae fuera de un rango deseado), el controlador 126 puede iniciar la transferencia al depósito de reacción de al menos uno del suministro de peróxido de hidrógeno a través de la primera entrada de reactivo o el suministro de hidróxido alcalino a través de la segunda entrada de reactivo.

La unidad 100 de tratamiento de aire también puede incluir varios otros sensores para permitir el control de diferentes aspectos de la unidad. En algunas realizaciones, la unidad 100 de tratamiento de aire puede incluir un sensor 136 de nivel de fluido configurado para generar una salida indicativa de un nivel de fluido de una solución en el depósito 104 de reacción. El controlador 126 puede muestrear la salida del sensor de nivel de fluido y, si el controlador determina que un nivel de fluido en el depósito de reacción ha caído por debajo del nivel de fluido objetivo, el controlador 126 puede iniciar la transferencia al depósito de reacción de fluido adicional. Por ejemplo, el controlador 126 puede hacer que uno o más actuadores de control de flujo (por ejemplo, válvulas, bombas, etc.) inicien un flujo de fluido desde el depósito 124 de agente oxidante (a través de la entrada 160), el depósito 122 de hidróxido alcalino (a través de la entrada 162), el depósito 120 de agua (a través de una entrada 164 de agua), o de cualquier combinación de estos depósitos u otros que puedan estar asociados con la unidad 100 de tratamiento de aire.

Las características de la unidad 100 de tratamiento de aire descrita anteriormente pueden proporcionar varias características de rendimiento deseables. La unidad no solo puede ser altamente efectiva para reducir los niveles de partículas no deseadas y especies gaseosas de un flujo de aire de entrada, sino que debido a los componentes de depuración húmedos o semihúmedos de la unidad 100 de tratamiento de aire, la unidad puede ser efectiva para enfriar aire y proporcionar una corriente de aire de salida inferior a 40 grados Celsius, incluso en situaciones en las que el aire de entrada a tratar supera los 100 grados Celsius o más. En algunos casos, la unidad 100 de tratamiento de aire puede reducir la temperatura del aire de entrada en al menos un factor de dos (o más). Además, el elemento de dispersión de aire de las realizaciones divulgadas en este momento puede ser eficaz para generar microburbujas que permitan reducir órdenes de magnitud en los niveles de especies gaseosas del aire de entrada a tratar. En algunos

casos, los niveles de CO presente en el aire de entrada a tratar pueden reducirse en al menos un factor de 100. Además, el elemento 106 de dispersión de aire puede permitir altos caudales a través de la unidad de tratamiento de aire de entre 300 y 600 litros por minuto (o más). Tales caudales pueden hacer que la unidad 100 de tratamiento de aire sea especialmente adecuada para sistemas de tratamiento de aire a gran escala, como los configurados para tratar el aire suministrado a las cabinas de los ascensores. Específicamente, las tasas de flujo en este nivel pueden crear una sobrepresión en un ambiente (por ejemplo, una cabina de ascensor) que puede prevenir la entrada de aire al ambiente de fuentes distintas al sistema de tratamiento de aire (por ejemplo, a través de costuras, grietas, ventilaciones, orificios, etc. en un entorno).

La figura 3 proporciona una representación de una vista en perspectiva de una unidad 100 de tratamiento de aire de acuerdo con una realización descrita a modo de ejemplo. En la realización mostrada en la Fig. 3, la unidad de tratamiento de aire está configurada con un diseño modular para facilitar la inclusión de la unidad 100 de tratamiento de aire como parte de un sistema de tratamiento de aire más amplio. Como se muestra, el sistema 100 de tratamiento de aire incluye la entrada 102 de aire y la salida 112 de aire. Un flujo de aire a tratar entra en la entrada 102 de aire y puede desviarse y/o separarse en múltiples trayectorias, cada una asociada con uno o más componentes de tratamiento. Como se muestra, un flujo 301 de aire de entrada se divide en dos recorridos, cada uno fluyendo hacia una sección diferente del depósito 104 de reacción. Por ejemplo, una porción 301 del flujo de aire puede proporcionarse a un primer elemento 106a de dispersión de aire para generar microburbujas 108 dentro de una primera zona 104a del depósito de reacción. De manera similar, se puede proporcionar otra porción 301 del flujo de aire a un segundo elemento 106b de dispersión de aire (mostrado sin su lámina/membrana de microburbujas) para generar microburbujas dentro de una segunda zona 104b del depósito de reacción.

A medida que las microburbujas 108 se mueven a través de la solución acuosa de tratamiento de aire dentro del depósito 104 de reacción (hacia arriba, en el ejemplo mostrado en la Fig. 3), las moléculas de gas dentro de las microburbujas pueden reaccionar con especies activas de oxígeno en la solución. Por ejemplo, el CO u otras especies que contienen carbono pueden reaccionar con los aniones superóxido presentes en la solución. Como resultado, el gas dentro de las microburbujas puede agotarse de ciertas especies gaseosas y puede recogerse como aire tratado. Antes de salir de la salida 112 de aire, el aire tratado puede ser acondicionado por una o más unidades de acondicionamiento incluidas, por ejemplo, dentro de un módulo 302 de acondicionamiento. En algunas realizaciones, el módulo 302 de acondicionamiento puede incluir un condensador (opcional) que tiene una superficie más fría que el aire tratado de manera que la solución de tratamiento acuosa o cualquiera de sus constituyentes líquidos transportados por el aire tratado puedan condensarse y recogerse. El líquido recogido puede devolverse al depósito 104 de reacción. El módulo 302 de acondicionamiento también puede incluir un filtro, pantalla o cualquier otro tipo de estructura para reducir/eliminar o separar la espuma o espuma del flujo de aire tratado.

La unidad 100 de tratamiento de aire puede incluirse como un componente de un conjunto más grande. Por ejemplo, la Fig. 4 proporciona una vista en perspectiva de un sistema 400 de tratamiento de aire que incluye la unidad 100 de tratamiento de aire como uno de sus módulos. El sistema 400 de tratamiento de aire puede incluir un controlador 126, un módulo 402 de controles y comunicaciones y una o más baterías 404. El aire de entrada a tratar puede fluir hacia un convertidor 406 termocatalítico antes de viajar a un convertidor 408 de etapa inicial. Aire que sale de la etapa inicial El convertidor 408 se puede proporcionar a la unidad 100 de tratamiento de aire, que también puede denominarse convertidor principal. El aire tratado provisto a la salida de la unidad 100 de tratamiento de aire puede fluir a través de uno o más filtros 410 (por ejemplo, filtros CBRN secos certificados que pueden permitir la certificación del sistema 400 como compatible con los requisitos de defensa CBRN) antes de ser suministrado a una etapa 414 de enfriamiento y luego hasta una salida 416 final. El sistema 400 de tratamiento de aire puede incluir más o menos componentes para tratar el aire dependiendo de una aplicación particular. En algunas realizaciones, especialmente cuando el aire de entrada a tratar puede tener altos niveles de partículas (por ejemplo, aire contaminado como resultado de un incendio), el sistema de tratamiento de aire puede incluir uno o más filtros de partículas integrados con cualquiera de los componentes que se muestran en la Fig. 4 o como uno o más módulos de filtrado independientes. La figura 5 proporciona otra vista en perspectiva del sistema 400 de tratamiento de aire, diferente de la perspectiva proporcionada por la Fig. 4.

El sistema de tratamiento de aire puede incluir una o más bombas 412 y/o ventiladores para hacer que el aire fluya a través del sistema 400 de tratamiento de aire. Las bombas 412 pueden colocarse en cualquier punto a lo largo de la trayectoria de flujo asociada con el sistema 400 de tratamiento de aire. Por ejemplo, una o más bombas pueden estar ubicadas en una entrada al sistema 400 de tratamiento de aire corriente arriba del convertidor 406 termocatalítico, en la salida 416 o en cualquier lugar intermedio. Se pueden colocar una o más bombas 412 en la trayectoria de flujo corriente abajo del sistema 100 de tratamiento de aire y/o corriente abajo de los filtros 410. Colocar las bombas en o cerca del final de la trayectoria de flujo del sistema de tratamiento de aire puede ayudar a asegurar que el aire ingrese a las bombas 412 es relativamente frío, libre de partículas y especies gaseosas potencialmente dañinas, ya que dichos contaminantes pueden haber sido reducidos o eliminados por los módulos de tratamiento de aire corriente arriba de la bomba o bombas. De esta forma, se puede prolongar la vida útil de la bomba o bombas. Las bombas 412 pueden incluir cualquier combinación de bombas de presión positiva o negativa (por ejemplo, de vacío) diseñadas para "empujar" o "tirar" y el flujo de aire. De esta manera, se pueden colocar una o más bombas para extraer aire a través del sistema de tratamiento de aire o cualquiera de sus componentes o para empujar aire al interior del sistema de tratamiento de aire o cualquiera de sus componentes.

El módulo 402 de control y comunicaciones puede incluir uno o más dispositivos de procesamiento para ayudar al controlador 126 con el control automático de las diversas características controlables del sistema de tratamiento de aire. En algunas realizaciones, la parte de comunicaciones del módulo 402 puede establecer una conexión por cable o inalámbrica con uno o más componentes del sistema 400 de tratamiento de aire o uno o más sistemas ubicados de forma remota con respecto al sistema 400 de tratamiento de aire. Por ejemplo, el módulo 402 puede establecer un Wifi, Bluetooth, celular y/o Ethernet (o cualquier otro tipo de conexión de datos por cable o inalámbrica) con uno o más sensores (por ejemplo, sensores de calidad del aire, sensores de humo, sensores de temperatura, etc.), Internet o cualquier otro Fuente de información. El módulo 402 puede proporcionar la transmisión periódica de mensajes "vivos" a un centro de control que supervisaría el estado operativo y/o de mantenimiento de una pluralidad de sistemas de tratamiento de aire, por ejemplo, en múltiples instalaciones. Los técnicos pueden ser enviados en base a esta información. Una indicación de que un sistema 400 se activó y entró en acción también podría transmitirse a un despachador apropiado que podría alertar a los primeros en responder del evento.

El convertidor 406 termocatalítico puede calentar el aire que fluye al sistema 400 de tratamiento de aire y puede realizar un tratamiento inicial del flujo de aire. El convertidor 406 termocatalítico puede incluir un calentador configurado para calentar el aire que pasa a través del mismo a una temperatura en el intervalo de 80 grados Celsius a 500 grados Celsius. El convertidor 406 termocatalítico también puede incluir un convertidor catalítico configurado para recibir el aire calentado. El calentador puede ser alimentado, por ejemplo, por al menos uno de entre energía eléctrica o combustión de gas combustible.

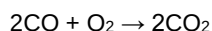
Un calentador de gas combustible puede proporcionar calor mediante la combustión de uno o más gases combustibles que incluyen, por ejemplo, metilacetileno, propadieno, propano, butano, propileno, etano o una mezcla de los mismos. Un calentador eléctrico puede comprender un material eléctricamente resistivo que se calienta cuando fluye una corriente eléctrica a su través. Los materiales eléctricamente resistivos adecuados incluyen, pero no se limitan a: semiconductores tales como cerámicas dopadas, cerámicas eléctricamente conductoras (tales como, por ejemplo, disilicida de molibdeno), carbono, grafito, metales, aleaciones metálicas y materiales compuestos hechos de un material cerámico y un material metálico.

La figura 6 muestra una representación esquemática de otro convertidor 600 termocatalítico de acuerdo con las realizaciones divulgadas a modo de ejemplo. La figura 7 proporciona una vista en perspectiva recortada del convertidor 600 termocatalítico. Como se muestra, el convertidor 600 termocatalítico puede incluir un calentador 602, un primer núcleo 604 catalítico y un segundo núcleo 606 catalítico. Un primer sensor 603 de temperatura y un segundo sensor 605 de temperatura (como se muestra en la Fig. 7) puede proporcionarse para monitorizar temperaturas dentro de zonas del convertidor 600 termocatalítico. El uso de la información de temperatura de estos sensores puede permitir el control del calentador 602 para proporcionar un flujo de aire que exhiba un perfil de temperatura deseado.

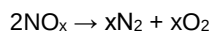
El convertidor 406 o 600 termocatalítico puede incluir uno o más filtros de malla para capturar hollín, cenizas u otras partículas que tienen un tamaño generalmente superior a 100 micrómetros. Este tipo de partículas son frecuentes en el humo de incendios en residencias y lugares de trabajo, debido a las grandes cantidades de materiales plásticos y polímeros presentes en dichos entornos. Dichos filtros pueden evitar la penetración en el sistema de partículas que pueden contaminar el sistema y afectar la actividad de las etapas de purificación de gas. Más específicamente, el convertidor 406 o 600 puede tener una red de 100 micrómetros instalada en una entrada para atrapar partículas. Los calentadores del ciclón completarán la combustión de los hidrocarburos que se adherirán a las paredes laterales antes de que alcancen el convertidor catalítico.

También en esta etapa, el aire de entrada bombeado al sistema se calentará (por ejemplo, a aproximadamente 300 grados Celsius y pasará a través del convertidor 406 o 600 catalítico, que descompondrá los gases en el mismo. Los gases neutralizados en esta etapa y los productos de descomposición de los mismos pueden incluir:

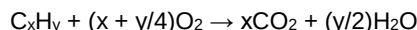
1) Oxidación de monóxido de carbono y dióxido de carbono:



2) Reducción del óxido de nitrógeno a nitrógeno y oxígeno:



3) Oxidación de los hidrocarburos a dióxido de carbono y agua:



El oxígeno liberado en la reducción de NO_x puede participar en procesos de oxidación de CO e hidrocarburos.

La conversión catalítica puede realizarse mediante un catalizador cerámico. Los convertidores de este tipo están hechos de una capa cerámica que tiene una estructura microscópica en forma de panel, diseñada para aumentar su

superficie, cubierta por un óxido metálico (como óxido de aluminio, óxido de titanio u óxido de silicio). En algunos casos, estas superficies gruesas pueden cubrirse con un catalizador reductor (como el rodio), un catalizador oxidante (paladio) y/o un catalizador de dos propósitos (platino).

La unidad termocatalítica reducirá la concentración de los gases mencionados anteriormente en un orden de magnitud. A medida que la eficiencia del convertidor catalítico se vuelve significativa a una temperatura superior a 230 grados Celsius y alcanza un pico a una temperatura de 300 grados Celsius, el sistema puede calentar el aire que ingresa al convertidor catalítico a un objetivo de aproximadamente 300 grados Celsius. Esta temperatura también puede ofrecer el beneficio de destruir agentes biológicos. La unidad termocatalítica puede reducir el nivel de CO recibido en el flujo de aire de entrada de 20.000 ppm a menos de 100 ppm.

El aire que entra en la unidad termocatalítica se puede hacer girar y calentar a 300 grados C mediante un calentador eléctrico doble, lo que puede garantizar la funcionalidad incluso si falla uno de los calentadores. Los sensores de temperatura que se muestran (Fig. 7), que pueden incluir termopares, pueden medir la temperatura del aire que ingresa al convertidor y pueden usarse para controlar la activación de los calentadores, para asegurar una temperatura de operación deseada y para evitar el desperdicio innecesario de energía por los calentadores. Debido a que la temperatura de ignición del hollín está entre 500 °C y 600 °C, el hollín se puede oxidar en el convertidor catalítico usando los calentadores para proporcionar un ambiente en este rango de temperatura. Cabe señalar que se pueden proporcionar configuraciones alternativas en las que el hollín se filtre (por ejemplo, mediante filtrado seco o húmedo) en lugar de quemarse. Tales configuraciones pueden ofrecer el beneficio de evitar la necesidad de enfriamiento en etapas posteriores.

El paso a través del catalizador 406 o 600 puede provocar la oxidación del CO y de los hidrocarburos y la reducción de NO_x y producirá nitrógeno (N₂), agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) y oxígeno, que pueden participar en la oxidación de CO e hidrocarburos. Estos productos se liberarán del ciclón termocatalítico y se pueden transferir a la siguiente etapa del proceso de purificación.

El convertidor 408 de etapa inicial puede proporcionar la siguiente etapa de tratamiento en el sistema 400 de tratamiento de aire. En esta etapa, las partículas de grano fino menores de 20 micrómetros pueden eliminarse del aire que experimentó oxidación/reducción en el convertidor catalítico. Esta etapa también puede incluir una solución de tratamiento de aire similar a la descrita anteriormente con respecto a la unidad 100 de tratamiento de aire. En algunos casos, se puede proporcionar una bomba y un equipo de flujo para transferir al menos algo de solución de tratamiento de aire desde la unidad 100 de tratamiento de aire al convertidor 408 de la etapa inicial. En esta etapa, el CO y otros óxidos, como el óxido de azufre, pueden neutralizarse mediante la reacción con la solución de tratamiento del aire.

Otro proceso que tiene lugar en esta etapa es el enfriamiento inicial del aire a una temperatura de aproximadamente 100 °C. El enfriamiento del aire en este compartimiento puede ser causado por un proceso de evaporación de agua. En este proceso, el aire caliente que llega del ciclón termocatalítico se puede filtrar a través de una solución de tratamiento de aire, lo que puede provocar la evaporación del agua transportada por las burbujas de gas que se filtran a través de la solución de tratamiento de aire. El alto calor latente de evaporación (2265 kJ/kg) provoca el enfriamiento del aire dentro de las burbujas. Además, el enfriamiento puede ocurrir a través del intercambio de calor con el agua de la solución de tratamiento de aire presente en esta etapa. El calor específico del agua es superior al del aire (aproximadamente 4.2 kJ/kg K en comparación con aproximadamente 1 kJ/kg K), y, por lo tanto, "a cambio" del aumento de temperatura de 1 kg de disolvente (agua) en 1 grados, 600 litros de aire (aprox.) se enfriarán alrededor de 4 grados. Esta unidad también puede eliminar al menos algo de hollín del flujo de aire.

Debido a la evaporación, el nivel de fluido en el convertidor 408 de etapa inicial puede caer durante el funcionamiento. Para mantener el rendimiento deseado, se puede instalar un sensor de flotador para informar al controlador del sistema el nivel de la solución en el compartimiento. Cuando este nivel desciende por debajo del límite establecido, el controlador del sistema activará una bomba que transferirá la solución desde la unidad 100 de tratamiento de aire al convertidor 408 de la etapa inicial.

El aire que sale del convertidor 408 de etapa inicial se puede proporcionar a la unidad 100 de tratamiento de aire, que puede funcionar como se describió anteriormente. La unidad 100 de tratamiento de aire puede reducir una cantidad de una o más especies gaseosas del flujo de aire y también puede proporcionar enfriamiento del flujo de aire.

Cabe señalar que la unidad 100 de tratamiento de aire también contribuye al enfriamiento del flujo de aire. Por ejemplo, como en el convertidor 408 de etapa inicial, el gas que se filtra a través de la solución acuosa de tratamiento de aire de la unidad 100 de tratamiento de aire puede enfriarse debido a la evaporación del agua y al intercambio de calor con agua. Este enfriamiento puede enfriar el aire que ingresa a la unidad 100 de tratamiento de aire, de modo que el aire que ingresa a una temperatura de 100 grados C puede salir de la unidad de tratamiento de aire con una temperatura inferior a 40 grados C.

Debido al alto rendimiento a través de la unidad 100 de tratamiento de aire (por ejemplo, de 300 a 600 litros de aire por minuto), el flujo de las burbujas puede ser turbulento y puede causar una fuerte mezcla de la solución, lo que asegurará la uniformidad de la concentración de los reactivos en todo el reactor.

La unidad 100 de tratamiento de aire puede contribuir a la neutralización de diversas especies químicas a través de las siguientes reacciones:

1	CO	$2\text{NaO}_{2(\text{ac})} + \text{CO}_{(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{ac})} + \text{O}_{2(\text{g})}$
2	CO ₂	$2\text{NaO}_{2(\text{ac})} + \text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{ac})} + 1.5\text{O}_{2(\text{g})}$
3	NO ₂	$2\text{NaOH}_{(\text{ac})} + 3\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})} + 2\text{NO}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{NaNO}_{3(\text{ac})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(1)} + \text{O}_{2(\text{g})}$
4	SO ₂	$2\text{NaOH}_{(\text{ac})} + 3\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})} + \text{SO}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{3(\text{ac})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(1)} + 1.5\text{O}_{2(\text{g})}$
5	HCN	$\text{NaOH}_{(\text{ac})} + \text{HCN}_{(\text{g})} \rightarrow \text{NaCN}_{(\text{ac})} + \text{H}_2\text{O}_{(1)}$
6	HCl	$\text{NaOH}_{(\text{ac})} + \text{HCl}_{(\text{g})} \rightarrow \text{NaCl}_{(\text{ac})} + \text{H}_2\text{O}_{(1)}$
7	COCl ₂	$4\text{NaOH}_{(\text{ac})} + 8\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ac})} + \text{COCl}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{ac})} + 2\text{NaCl}_{(\text{ac})} + 10\text{H}_2\text{O}_{(1)} + 4\text{O}_{2(\text{g})}$ $2\text{NaOH}_{(\text{ac})} + \text{COCl}_{2(\text{ac})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{NaCl}_{(\text{ac})} + \text{H}_2\text{O}_{(1)}$

5

El aire tratado proporcionado a la salida de la unidad 100 de tratamiento de aire puede fluir a través de uno o más filtros 410. Los filtros 410 pueden incluir cualquier tipo de filtro adecuado. En algunos casos, los filtros 410 pueden incluir filtros (como filtros QBRN) diseñados para eliminar ciertos agentes químicos o biológicos.

10 En esta etapa, el aire se puede bombear a través de un filtro de carbón activo que cumpla con los requisitos de las normas gubernamentales aplicables. Se puede agregar un suplemento para adsorber el SO₂ y la humedad. Esta etapa representará una tercera capa de respaldo para los mecanismos de neutralización de productos de combustión y agentes CWM. El aire puede extraerse del filtro de carbón activo mediante dos bombas 412 eléctricas con un caudal de 600 litros de aire por minuto (u otro caudal apropiado), conectadas en serie. En el funcionamiento normal del sistema, las bombas pueden funcionar alternativamente para permitir que una de ellas se enfríe mientras la otra está funcionando. Además, puede ser posible operar ambas bombas simultáneamente para obtener un caudal de más de 1000 litros de aire por minuto con el fin de generar rápidamente una presión de aire elevada en el espacio protegido por el sistema.

20 La etapa 414 de enfriamiento final puede proporcionarse para enfriar más el aire que pasa a través del sistema 400 de tratamiento de aire. La etapa 414 de enfriamiento puede incluir un fluido de intercambio de calor acuoso. En algunos casos, la etapa 414 de enfriamiento se basa en agua sustancialmente pura para enfriar el flujo de aire antes de pasar el flujo de aire a la salida 416. La etapa 414 de enfriamiento, junto con el enfriamiento que puede ser proporcionado por uno o más de los otros módulos de tratamiento del sistema 400 de tratamiento de aire, puede asegurar que el aire que sale de la salida 416 final sea cómodo para respirar (por ejemplo, por debajo de aproximadamente 40 grados Celsius).

30 El sistema 400 de tratamiento de aire también puede incluir una etapa de secado por aire (no mostrada). En esta etapa, el aire puede introducirse en un ciclón donde el flujo rotatorio rápido puede hacer que pequeñas gotas de solución, que tienen un peso específico mayor que el aire en el que son transportadas, se adhieran a las paredes del ciclón y se condensan allí. La solución recogida en el fondo del ciclón puede recuperarse y bombearse de nuevo al sistema 100 de tratamiento de aire (por ejemplo, a través de un recipiente de sedimentación).

35 Con las configuraciones divulgadas anteriormente, el sistema 400 de tratamiento de aire puede convertir un flujo de entrada de aire que incluye uno o más contaminantes y/o que tiene una temperatura de hasta 300 grados C en un suministro de aire respirable enriquecido con oxígeno. Por ejemplo, el sistema 400 de tratamiento de aire puede reducir la temperatura del aire de entrada de hasta 300 grados C a menos de 40 grados C; reducir el dióxido de carbono de 100,000 ppm a menos de 5,000 ppm; reducir el monóxido de carbono de 20,000 ppm a menos de 50 ppm; reducir el NO_x de 20 ppm a menos de 0.25 ppm; reducir el HCN de 50 ppm a menos de 10 ppm; reducir el COCl₂ de 20 ppm a menos de 0.2 ppm; reducir el HCl de 50 ppm a menos de 5 ppm; reducir el SO₂ de 200 ppm a menos de 5 ppm; y aumentar el contenido de oxígeno del 14 % al 21 %.

45 El sistema 400 de tratamiento de aire, incluida la unidad 100 de tratamiento de aire, se puede utilizar con cualquier entorno en el que pueda ser necesario tratar al menos un aspecto del aire en el entorno (por ejemplo, reducción en un nivel de partículas, reducción en una cantidad de al menos un constituyente gaseoso del aire, reducción o eliminación de uno o más agentes biológicos o químicos, etc.). Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 8, el sistema 400 de tratamiento de aire puede incorporarse con un conjunto 801 de ascensor. Tal instalación puede permitir el tratamiento del aire contaminado por fuego y puede suministrar el aire tratado a una cabina 802 del ascensor. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 8, el aire tratado suministrado por el sistema 400 de tratamiento de aire se puede proporcionar a la cabina 802 del ascensor a través de la salida de aire 416. En vista de los caudales ofrecidos por el sistema 400 de tratamiento de aire de al menos 300 litros por minuto y hasta aproximadamente 600 litros por minuto, el sistema 400 de tratamiento de aire puede ser capaz de crear una sobrepresión en la cabina 802 del ascensor. En algunas

realizaciones, la sobrepresión en la cabina 802 creada por el sistema 400 de tratamiento de aire puede ser de al menos 0.8 milibares. Tal sobrepresión puede reducir o eliminar la contaminación del aire dentro de la cabina 802 (por ejemplo, causada por una entrada de humo, CO, etc. debido a un incendio en un entorno del ascensor) al provocar un flujo positivo de aire fuera de la cabina 802 del ascensor. El sistema mostrado en la Fig. 8 puede proporcionar un suministro de aire respirable a la cabina 802 a una velocidad de 300 a 600 litros/min, a una temperatura inferior a 40 grados Celsius, durante un período de al menos seis horas.

Las unidades de tratamiento de aire similares a las divulgadas anteriormente pueden configurarse para su inclusión en cualquier sistema en el que sea necesario tratar o cambiar al menos una característica de un volumen de aire. Por ejemplo, la Fig. 9 proporciona una representación esquemática de un sistema 900 de respiración personal que incluye una unidad 901 de tratamiento de aire. En tales realizaciones, la unidad 901 de tratamiento de aire puede configurarse para eliminar los subproductos respiratorios, como el dióxido de carbono, de un flujo de aire. A través de la operación de técnicas de lavado en húmedo o semihúmedo similares a las descritas anteriormente, el usuario puede eliminar el dióxido de carbono del aire exhalado y puede proporcionarse al usuario un flujo de aire enriquecido con oxígeno para que respire. Más específicamente, con referencia a la Fig. 9, el sistema 900 de respiración personal puede incluir una carcasa 902 que puede contener uno o más componentes de la unidad 901 de tratamiento de aire y cualquier otro componente adecuado para tratar un flujo de aire.

En la realización mostrada, la unidad 901 de tratamiento de aire puede incluir un depósito 910 de agente oxidante, una bomba 914 de agente oxidante y uno o más depósitos 916 de reacción. Como se muestra, la unidad 901 de tratamiento de aire incluye tres depósitos 916a, 916b y 916c de reacción, cada uno configurado en forma de cánister. La unidad 901 de tratamiento de aire puede incluir un controlador (no mostrado) para controlar un suministro de agente oxidante (por ejemplo, peróxido de hidrógeno o cualquier agente oxidante descrito anteriormente, etc.) a los depósitos 916 de reacción, que puede incluir un hidróxido alcalino, tal como cualquiera de los hidróxidos alcalinos descritos anteriormente. La unidad 901 de tratamiento de aire también puede incluir un elemento 918 de dispersión de aire configurado para producir microburbujas. Como se muestra en la Fig. 9, el elemento 918 de dispersión de aire puede incluir tres subelementos 918a, 918b y 918c, cada uno dispuesto en un respectivo depósito de reacción. El elemento 918 de dispersión de aire puede tener cualquiera de las características del elemento 406 de dispersión de aire divulgadas anteriormente y puede producir microburbujas que tienen cualquiera de las características divulgadas anteriormente en relación con las microburbujas 408.

Durante el funcionamiento, un usuario puede conectarse con una boquilla 906 y comenzar a respirar. Se puede proporcionar un suministro de agente oxidante desde el depósito 910 a los depósitos 916 de reacción. Un controlador (no mostrado) incluido con la unidad 901 de tratamiento de aire puede detectar la presencia de aire exhalado en la boquilla 906 o la manguera 908 y puede responder encendiendo la bomba 914 para suministrar agente oxidante a los depósitos 916 de reacción. Además, el controlador puede determinar la cantidad de un constituyente en el aire exhalado (por ejemplo, dióxido de carbono) basándose en la salida de un sensor de calidad del aire (no mostrado) en la boquilla 906 o la manguera 908 (u otra posición adecuada) y use esa información como un disparador para agregar más agente oxidante a los depósitos 916 de reacción (por ejemplo, si un nivel de dióxido de carbono es demasiado alto), o para detener un flujo de agente oxidante (por ejemplo, si el nivel de dióxido de carbono está por debajo de un umbral predeterminado). El sistema puede convertir el aire exhalado que contiene una alta concentración de dióxido de carbono (4 %) y una baja concentración (16 %) de oxígeno en aire respirable seguro que contiene una alta concentración de oxígeno (20 % +) y una baja concentración de dióxido de carbono (0.038 % o menos).

El agente oxidante suministrado a los depósitos 916 de reacción puede mezclarse con el hidróxido alcalino presente en los depósitos 916 de reacción para formar una solución acuosa de tratamiento del aire que incluye aniones superóxido (formados a través de la reacción del agente oxidante con el hidróxido alcalino) capaz de reaccionar con el dióxido de carbono. Una bomba de aire 912 exhalado puede extraer aire a tratar (por ejemplo, aire rico en dióxido de carbono exhalado) de la boquilla 906, a través de una manguera 908 de aire exhalado (u otro tipo de conducto) y proporcionar el aire a tratar a los depósitos 916 de reacción. Por ejemplo, el aire a tratar se puede convertir en una pluralidad de microburbujas mediante elementos 918 de dispersión de aire, que, como se muestra, pueden tener una configuración cilíndrica para emitir microburbujas en los depósitos de reacción cilíndricos. Las microburbujas se pueden producir en la solución acuosa de tratamiento de aire presente dentro de los depósitos 916 de reacción. La forma de los depósitos de reacción y/o la configuración de la pluralidad de orificios asociados con los elementos 918 de dispersión de aire pueden hacer que las microburbujas formadas tomen un recorrido no recto a través de la solución acuosa de tratamiento de aire. En algunos casos, las microburbujas pueden arremolinarse dentro de la solución de tratamiento de aire.

Los gases de las microburbujas producidas pueden reaccionar con los aniones superóxido de la solución acuosa de tratamiento del aire y, como resultado, la cantidad de un gas, como el dióxido de carbono, puede reducirse a medida que se trata el aire. El aire tratado puede recogerse en la parte superior de los depósitos 916 de reacción y puede pasar a través de una manguera 904 de entrada de aire tratado (u otro tipo de conducto de aire) hasta la boquilla 906. El aire tratado puede ser respirado directamente por el usuario del sistema 900 de respiración personal. En vista de las eficiencias proporcionadas por las técnicas de depuración en húmedo o semihúmedo descritas y la capacidad de mezclar los reactivos activos solo cuando sea necesario y solo en las cantidades necesarias, el sistema 900 de respiración personal puede ser capaz de reducir significativamente los niveles de dióxido de carbono en el aire

exhalado. Además, usando las técnicas de dispersión de aire que emplean un elemento de dispersión de aire configurado para producir microburbujas, el sistema 900 de respiración personal puede ser capaz de mantener velocidades de flujo en un rango de aproximadamente cinco a 50 litros por minuto.

- 5 En algunas realizaciones, se pueden proporcionar una o más boquillas adicionales (no mostradas) para permitir que múltiples usuarios compartan efectivamente el aire producido por el sistema 900 de respiración personal. Adicional o
alternativamente, el sistema de respiración personal puede incluir una o más máscaras (no mostradas) para actuar
como un conducto para proporcionar aire tratado a los usuarios del sistema mientras cubre al menos una parte de las
10 caras de los usuarios. El suministro de aire a varios usuarios (incluidos, por ejemplo, un bombero y una o más víctimas de incendios), puede ser posible debido a los caudales de diez a 100 litros por minuto que puede proporcionar el sistema 900 de respiración personal. Además, debido a que el superóxido El material activo puede generarse según sea necesario, la vida útil de la unidad de tratamiento de aire puede depender de la gravedad de las condiciones encontradas. Por ejemplo, durante la respiración normal de un solo usuario, el sistema puede proporcionar cuatro horas o más de aire enriquecido con oxígeno de un solo paquete que pesa menos de cinco kg. Además, debido a que
15 el sistema no contiene ningún depósito de oxígeno, puede ser más seguro para los bomberos en condiciones de incendio que los tanques de oxígeno.

- La unidad 901 de tratamiento de aire puede incluir uno o más limitadores 920 de flujo configurados para reducir o
eliminar un flujo de solución acuosa de tratamiento de aire desde los depósitos 916 de reacción a la boquilla 906 (o
20 cualquier otra boquilla o máscara asociada con la unidad 901 de tratamiento de aire). Un limitador de flujo de este tipo puede estar dispuesto, por ejemplo, en una salida de los depósitos 916 de reacción, dentro de la manguera 904 o en cualquier otro lugar adecuado. Puede usarse cualquier tipo de limitador de flujo. En algunas realizaciones, el limitador 920 de flujo puede incluir una o más válvulas unidireccionales, membranas de bloqueo de humedad, etc.

- 25 Las unidades y sistemas de tratamiento de aire descritos anteriormente pueden usarse para realizar métodos de tratamiento de aire. En algunas realizaciones, los sistemas de unidades pueden usarse para realizar un método que incluye flujo de aire para ser tratado en una entrada de aire de un depósito de reacción, en el que el depósito de reacción incluye una solución de tratamiento de aire que incluye una mezcla de peróxido de hidrógeno e hidróxido alcalino; convertir al menos una parte del flujo de aire a tratar en una pluralidad de microburbujas usando un elemento
30 de dispersión de aire; introducir las microburbujas en la solución de tratamiento del aire, de manera que una cantidad de una o más especies de gas objetivo contenidas dentro de la pluralidad de microburbujas se reduzca mediante la reacción con uno o más constituyentes de la solución de tratamiento del aire; y salida de aire tratado del depósito de reacción.

- 35 En algunas realizaciones, los métodos de las realizaciones divulgadas actualmente pueden incluir además determinar automáticamente, a partir de una salida de un sensor de calidad del aire, un nivel de al menos un constituyente en un flujo de aire; determinar automáticamente si el nivel del al menos un constituyente excede un umbral predeterminado; y después de determinar que el nivel del al menos un constituyente excede el umbral predeterminado, iniciar la transferencia al depósito de reacción de un suministro de agente oxidante a través de una primera entrada de reactivo.
40

- Los programas de ordenador basados en la descripción escrita y los métodos descritos están dentro de la habilidad de un desarrollador experimentado. Los diversos programas o módulos de programa pueden crearse usando cualquiera de las técnicas conocidas por un experto en la técnica o pueden diseñarse en relación con software existente. Por ejemplo, las secciones del programa o los módulos del programa se pueden diseñar en o por medio de
45 .Net Framework, .Net Compact Framework (y lenguajes relacionados, como Visual Basic, C, etc.), Java, C++, Objective-C, HTML, Combinaciones HTML/AJAX, XML o HTML con subprogramas Java incluidos.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad (100) de tratamiento de aire para reducir los niveles de una o más especies de gas objetivo o partículas producidas por el fuego en el aire contaminado, la unidad (100) comprende:
5 una entrada (102) de aire para recibir un flujo de aire de entrada para su tratamiento;
un depósito (104) de reacción configurado para contener una solución acuosa de tratamiento de aire para reducir los niveles de una o más especies de gas objetivo y/o partículas en el aire contaminado;
10 un elemento (106) de dispersión de aire conectado con la entrada (102) de aire, en el que el elemento (106) de dispersión de aire incluye una pluralidad de orificios (202) configurados para convertir al menos una porción del flujo de aire de entrada en una pluralidad de microburbujas para introducir en la solución acuosa de tratamiento del aire; y
15 una salida (112) de aire configurada para sacar aire tratado del depósito (104) de reacción caracterizada porque:
la pluralidad de orificios (202) del elemento (106) de dispersión de aire tienen un diámetro medio de entre 0.5 micrómetros y 500 micrómetros, están separados entre sí por una distancia media que está entre dos veces y 30 veces el diámetro medio de la pluralidad de orificios y se distribuyen a lo largo de al menos una porción del elemento
20 de dispersión de aire con una densidad de distribución de entre uno y 100 orificios por centímetro cuadrado.
2. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 1, en la que el elemento (106) de dispersión de aire incluye una hoja de acero inoxidable; o una hoja de acero inoxidable recubierta al menos parcialmente con níquel.
- 25 3. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 1, en la que el depósito (104) de reacción contiene una solución acuosa de tratamiento de aire que incluye un agente oxidante y al menos un hidróxido alcalino.
4. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 3, en la que el agente oxidante incluye al menos uno de peróxido de hidrógeno, permanganato, persulfato o combinaciones de los mismos y/o el hidróxido alcalino incluye uno
30 o más de hidróxido de sodio, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, fosfato trisódico, fosfato tripotásico, trietanolamina o combinaciones de los mismos.
5. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 1, que incluye además una o más bombas (412) para introducir aire en la entrada (102) de aire o para hacer que el aire fluya desde la salida (112) de aire.
35 6. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 1, que incluye además una unidad condensadora corriente abajo de la salida (112) de aire configurada para recoger la solución acuosa de tratamiento de aire transportada por el aire tratado que sale de la salida (112) de aire.
- 40 7. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 1, que incluye además una unidad (406) termocatalítica corriente arriba de la entrada (102) de aire, en la que la unidad (406) termocatalítica incluye:
un calentador configurado para calentar el aire que pasa a través del mismo a una temperatura en el intervalo de 80
45 grados Celsius a 500 grados Celsius; y
un convertidor catalítico configurado para recibir el aire calentado.
8. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 3, que comprende, además:
50 un depósito (124) de agente oxidante operable para contener un suministro de agente oxidante; y
un depósito (122) de hidróxido alcalino operable para contener un suministro de hidróxido alcalino,
en el que el depósito (104) de reacción incluye una primera entrada (160) de reactivo configurada para permitir un
55 suministro de un agente oxidante contenido dentro del depósito (124) de agente oxidante en el depósito (104) de reacción y una segunda entrada (162) de reactivo configurada para permitir un suministro de un hidróxido alcalino contenido dentro del depósito (122) de hidróxido alcalino al depósito (104) de reacción.
9. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 8, en la que la unidad de tratamiento de aire incluye, además:
60 un sensor (128, 130, 132) de calidad del aire configurado para generar una salida indicativa de un nivel de al menos un constituyente en el aire tratable por la unidad (100) de tratamiento de aire; y
65 al menos un controlador (126) programado para:

monitorizar la salida del sensor (128, 130, 132) de calidad del aire para determinar un nivel del al menos un constituyente;

determinar si un nivel del al menos un constituyente excede un umbral predeterminado; y

después de una determinación de que el nivel del al menos un constituyente excede el umbral predeterminado, iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción del suministro de agente oxidante a través de la primera entrada (160) de reactivo, e iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción del suministro de hidróxido alcalino a través de la segunda entrada (162) de reactivo, y hacer que al menos parte del aire tratable por la unidad (100) de tratamiento de aire entre en la entrada (102) de aire.

10. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 8, en la que la unidad (100) de tratamiento de aire incluye, además:

un sensor (128, 130, 132) de calidad del aire configurado para generar una salida indicativa de un nivel de al menos un constituyente en la salida de aire tratado por la unidad de tratamiento de aire; y

al menos un controlador (126) programado para:

monitorizar la salida del sensor de calidad del aire para determinar un nivel asociado con el al menos un constituyente;

determinar si un nivel del al menos un constituyente excede un umbral predeterminado; y

después de una determinación de que el nivel del al menos un constituyente excede el umbral predeterminado, iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción de una porción del suministro de agente oxidante a través de la primera entrada (160) de reactivo.

11. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 8, en la que la unidad de tratamiento de aire incluye, además:

un sensor (134) de pH configurado para generar una salida indicativa de un nivel de pH de una solución en el depósito (104) de reacción; y

al menos un controlador (126) programado para:

monitorizar la salida del sensor de pH para determinar un nivel de pH de la solución en el depósito (104) de reacción;

determinar cómo se compara el nivel de pH de la solución en el depósito (104) de reacción con al menos uno de un nivel de pH objetivo o un rango de pH objetivo; y

después de una determinación de que el nivel de pH de la solución en el depósito (104) de reacción difiere del nivel de pH objetivo en más de una diferencia de umbral o cae fuera del rango de pH objetivo, iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción de al menos uno del suministro de agente oxidante a través de la primera entrada (160) de reactivo o el suministro de hidróxido alcalino a través de la segunda entrada (162) de reactivo.

12. La unidad (100) de tratamiento de aire de la reivindicación 8, en la que la unidad (100) de tratamiento de aire incluye, además:

un sensor de nivel (136) de fluido configurado para generar una salida indicativa de un nivel de fluido de una solución en el depósito (104) de reacción; y

al menos un controlador (126) programado para:

monitorizar la salida del sensor (136) de nivel de fluido; y

después de una determinación de que un nivel de fluido en el depósito (104) de reacción ha caído por debajo del nivel de fluido objetivo, iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción de al menos uno de los suministros de agente oxidante a través de la primera entrada (160) de reactivo, el suministro de hidróxido alcalino a través de la segunda entrada (162) de reactivo, o un suministro de agua a través de una entrada (164) de agua.

13. Un método de tratamiento de aire contaminado con una unidad (100) de tratamiento de aire para reducir los niveles de una o más especies de gas objetivo o partículas producidas por el fuego en el aire contaminado, comprendiendo el método:

hacer fluir aire para ser tratado en una entrada (102) de aire de un depósito (104) de reacción, en el que el depósito (104) de reacción incluye una solución de tratamiento de aire que incluye una mezcla de un agente oxidante e hidróxido alcalino;

- 5 convertir al menos una parte del flujo de aire a tratar en una pluralidad de microburbujas (108) usando un elemento (106) de dispersión de aire que tiene una pluralidad de orificios (202);

10 introducir las microburbujas (108) en la solución de tratamiento de aire, de manera que una cantidad de una o más especies de gas objetivo y/o partículas contenidas dentro de la pluralidad (108) de microburbujas se reduzca mediante la reacción con uno o más constituyentes de la solución de tratamiento de aire; y

sacar el aire tratado del depósito (104) de reacción,

15 caracterizado porque la pluralidad de orificios (202) del elemento (106) de dispersión de aire tienen un diámetro medio de entre 0.5 micrómetros y 500 micrómetros, están separados entre sí por una distancia media que está entre dos veces y 30 veces un diámetro medio de la pluralidad de orificios (202), y se distribuyen a lo largo de al menos una porción del elemento (106) de dispersión de aire con una densidad de distribución de entre uno y 100 orificios por centímetro cuadrado.

20 14. El método de la reivindicación 13, que comprende además:

determinar automáticamente, a partir de una salida de un sensor (128, 130, 132) de calidad del aire, un nivel de al menos un constituyente en un volumen de aire;

25 determinar automáticamente si el nivel del al menos un constituyente excede un umbral predeterminado; y

después de determinar que el nivel del al menos un constituyente excede el umbral predeterminado, iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción de un suministro del agente oxidante a través de una primera entrada (160) de reactivo.

30 15. El método de la reivindicación 14:

que incluye además iniciar la transferencia al depósito (104) de reacción de un suministro de hidróxido alcalino a través de una segunda entrada (162) de reactivo; o

35 en el que el agente oxidante incluye al menos uno de entre peróxido de hidrógeno, permanganato, persulfato o combinaciones de los mismos; o

40 en el que el sensor (128,130, 132) de calidad del aire está posicionado corriente abajo del depósito (104) de reacción; o

en el que el sensor (128,130, 132) de calidad del aire se coloca corriente arriba de la entrada (102) de aire del depósito (104) de reacción.

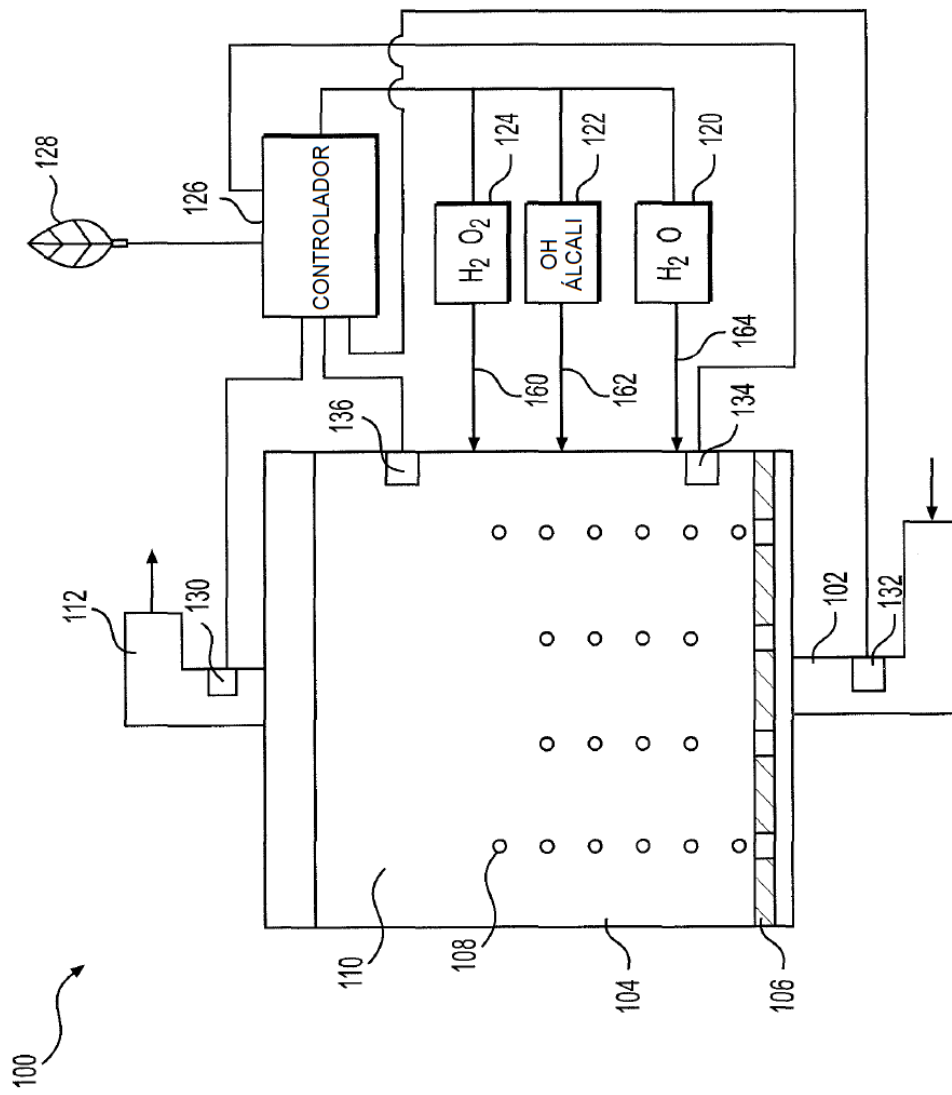


FIG. 1

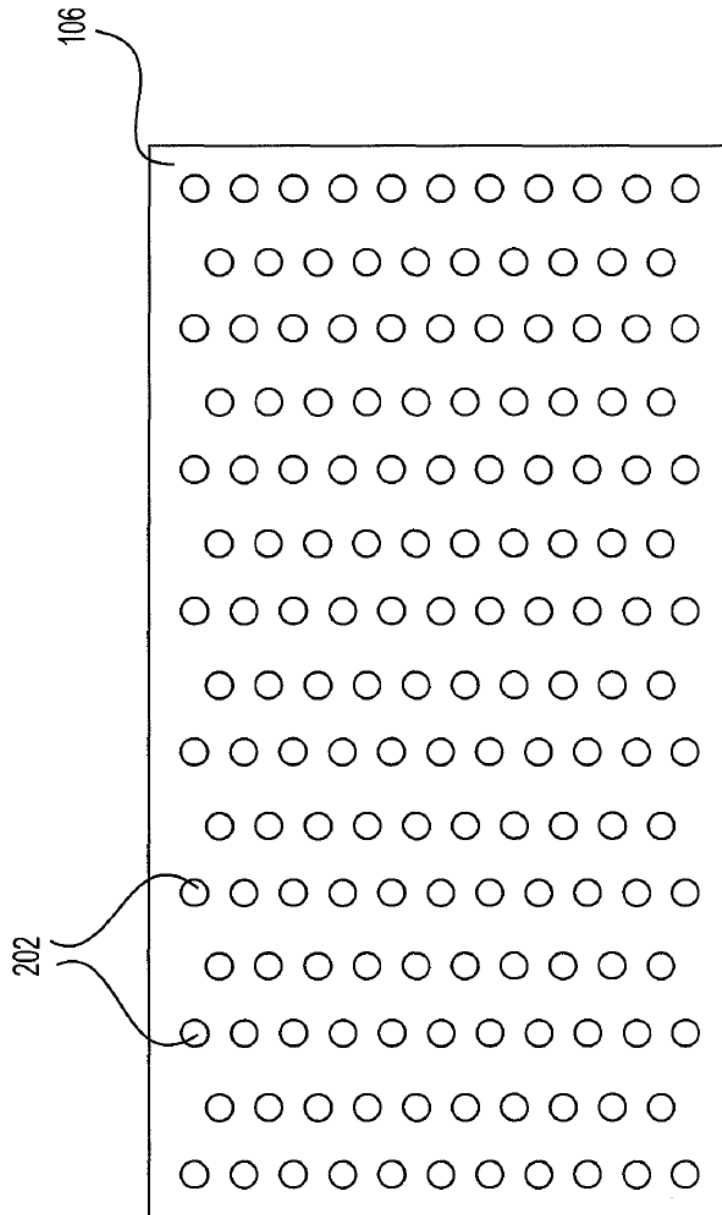


FIG. 2

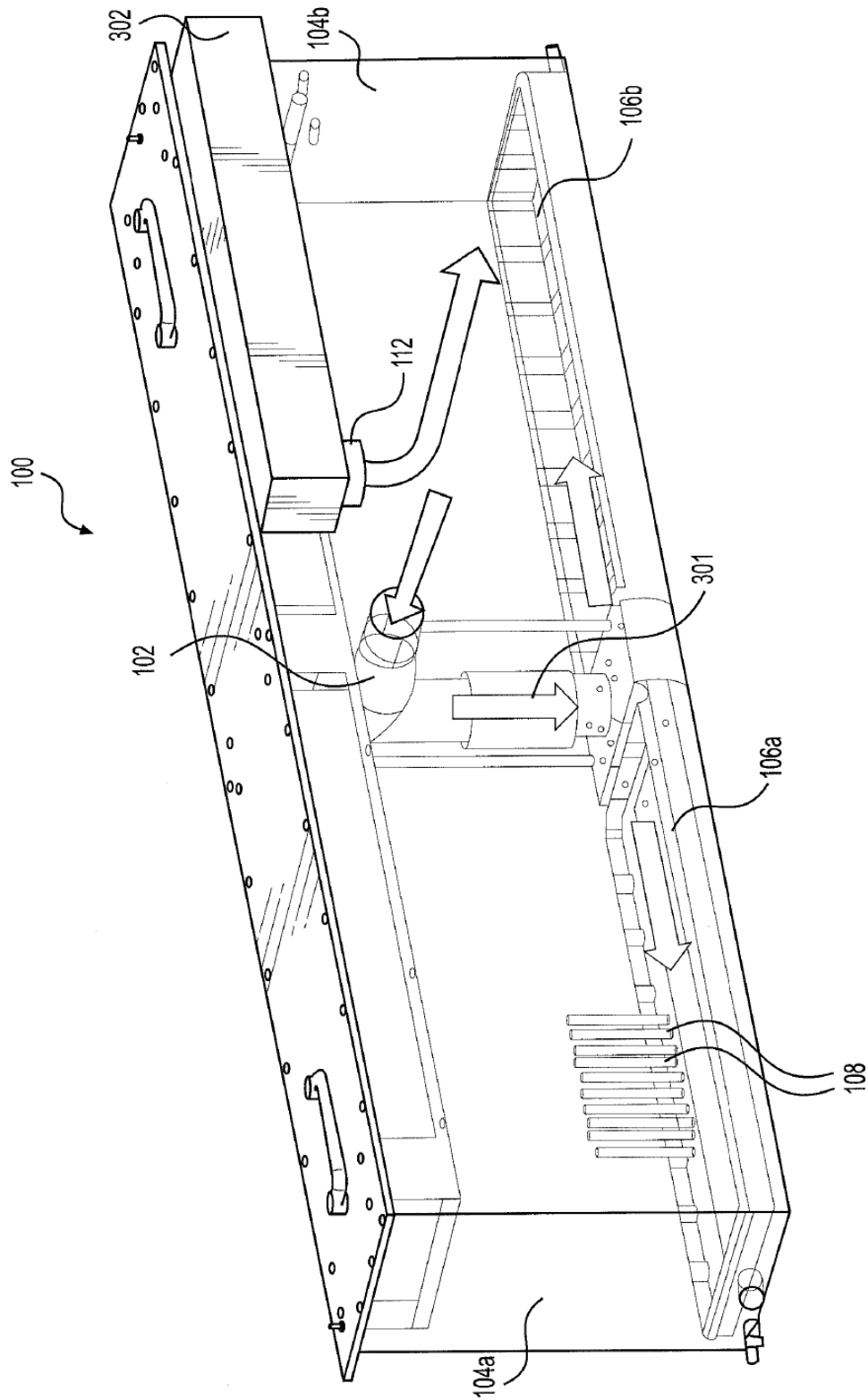


FIG. 3

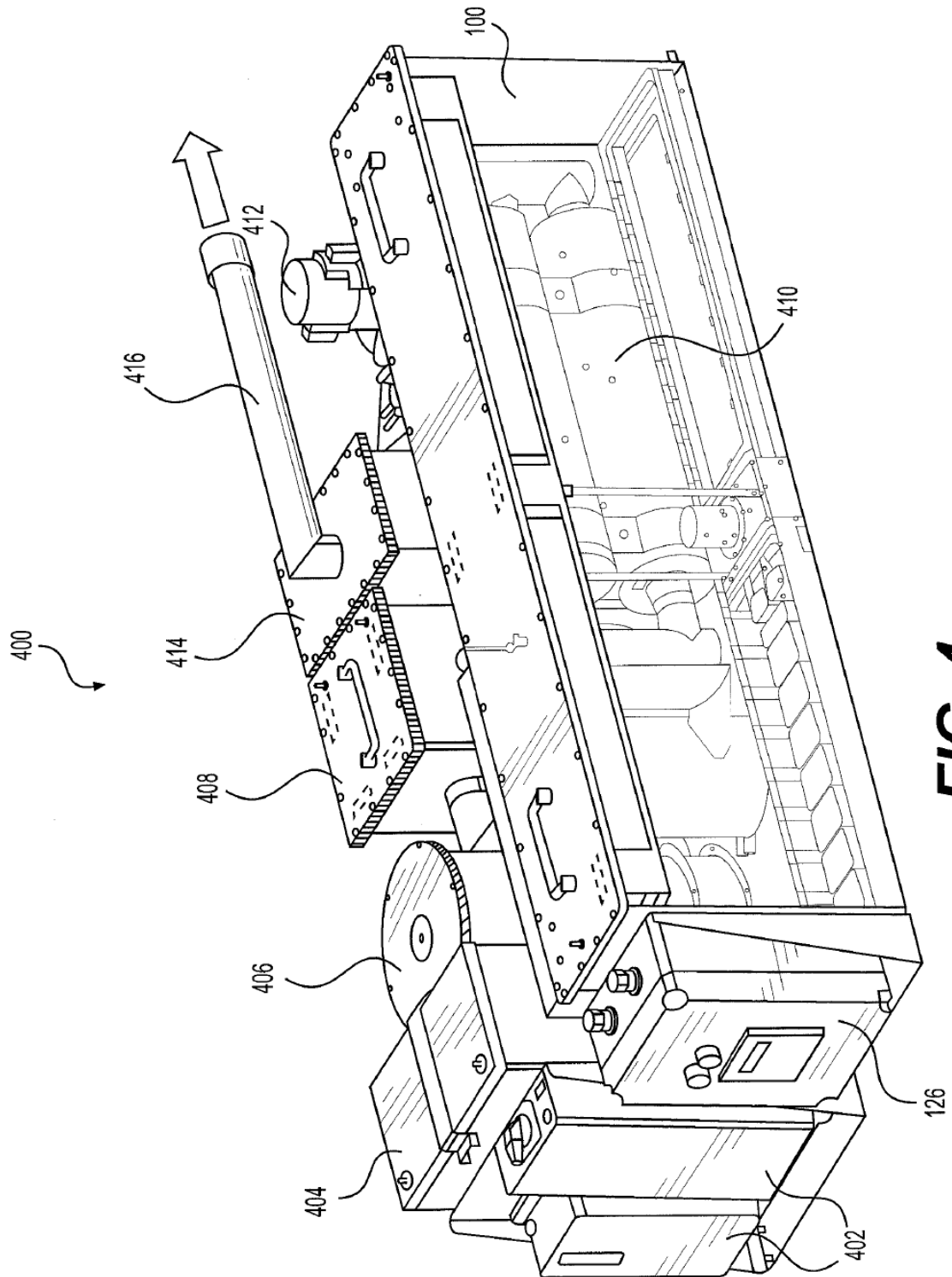


FIG. 4

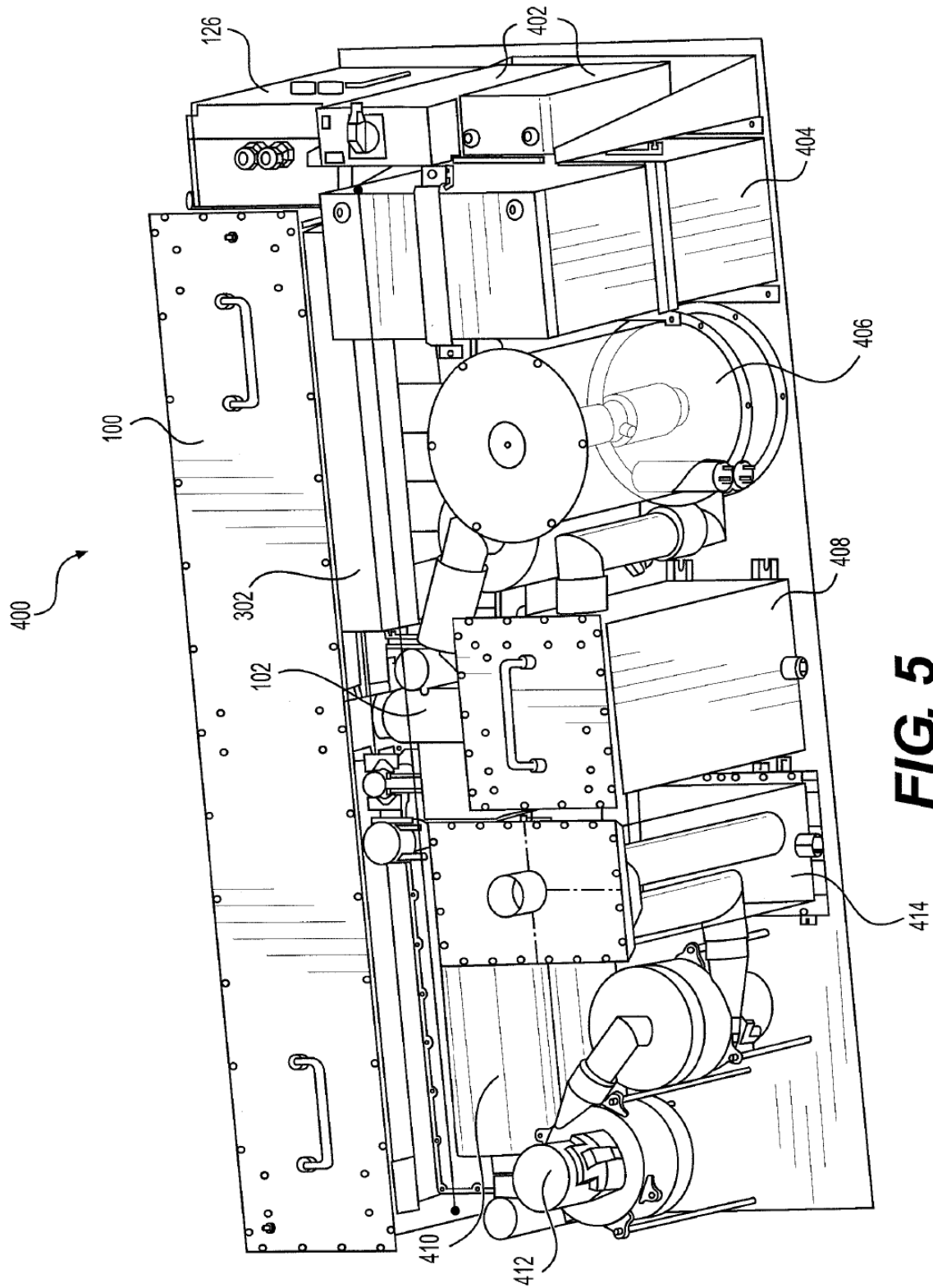


FIG. 5

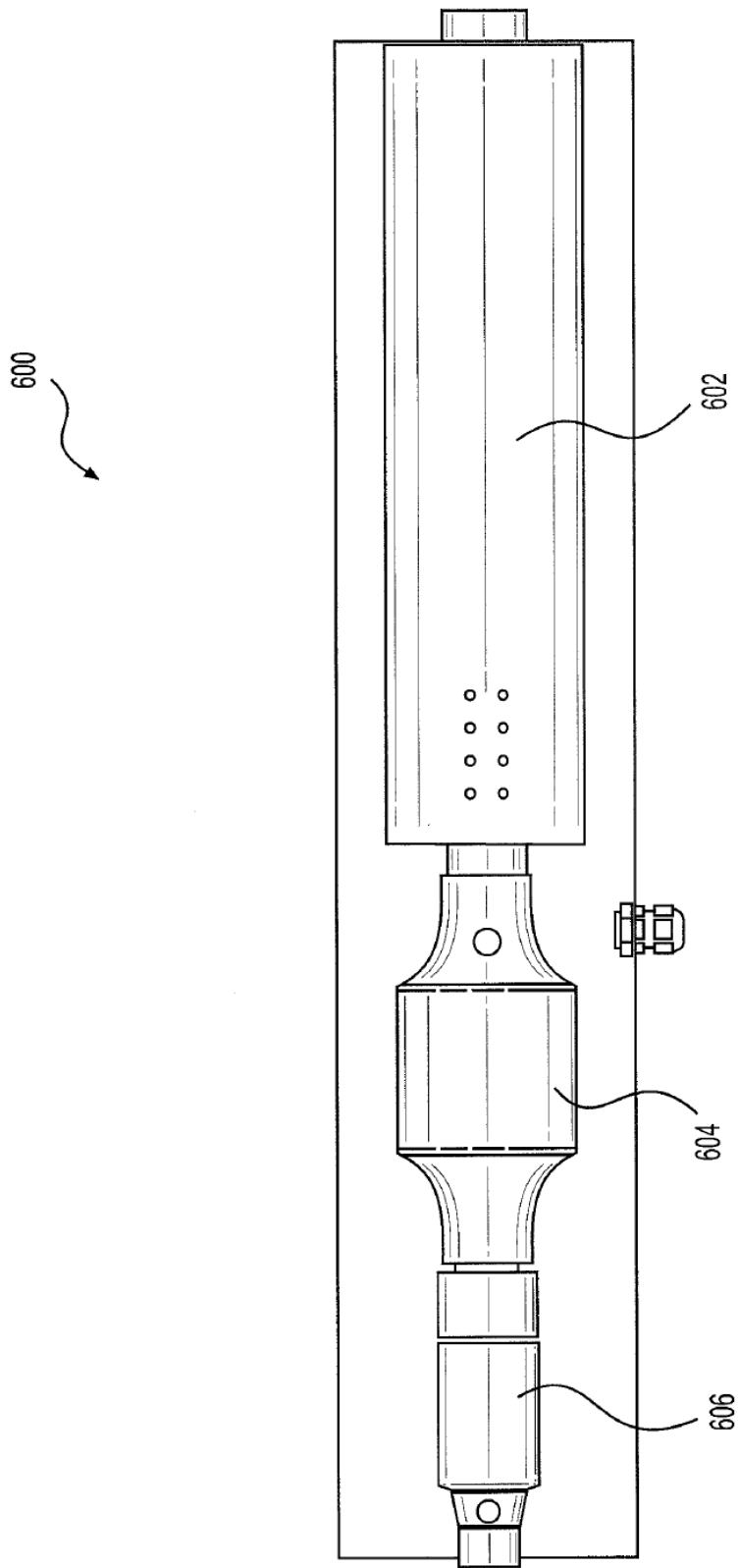


FIG. 6

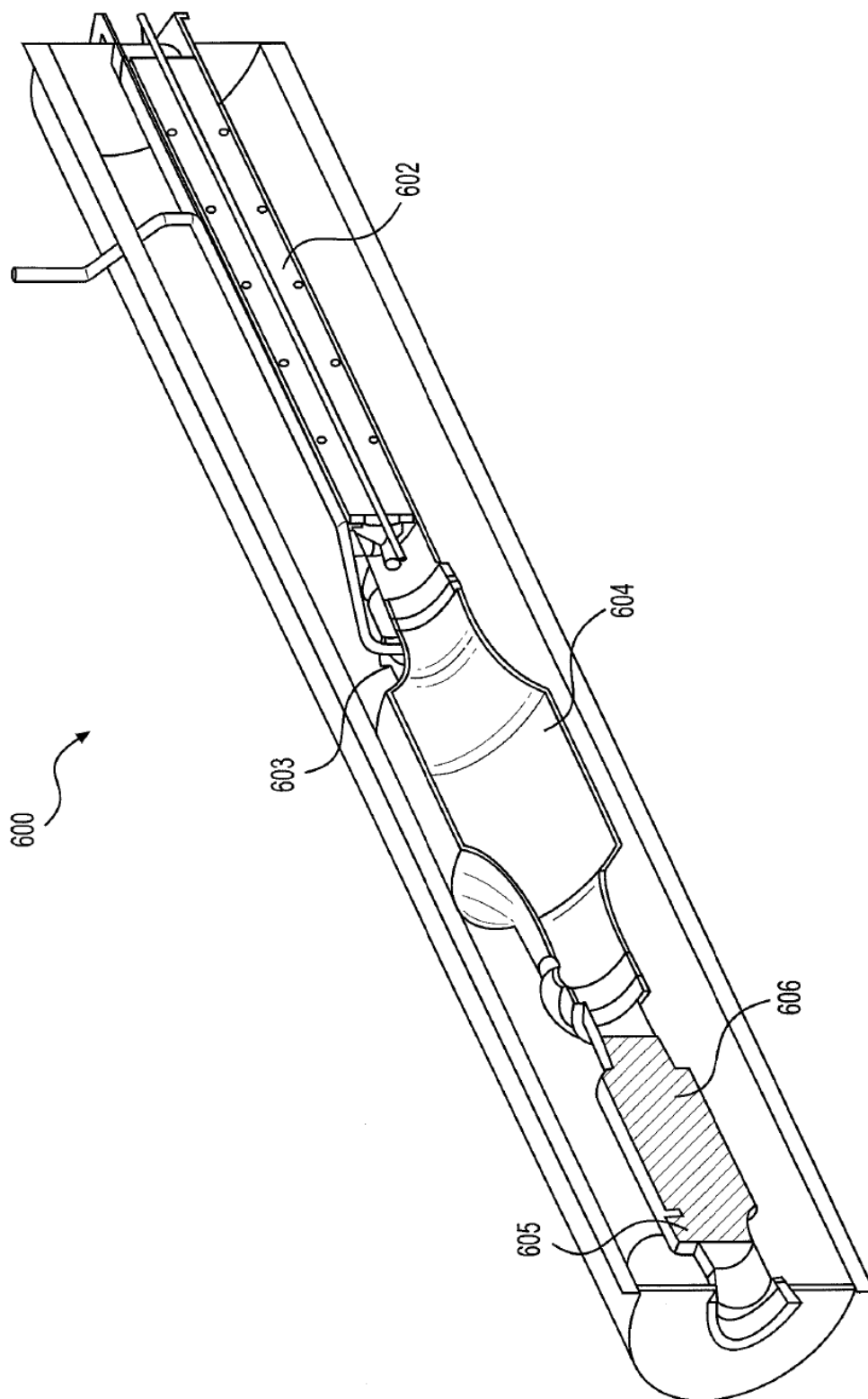


FIG. 7

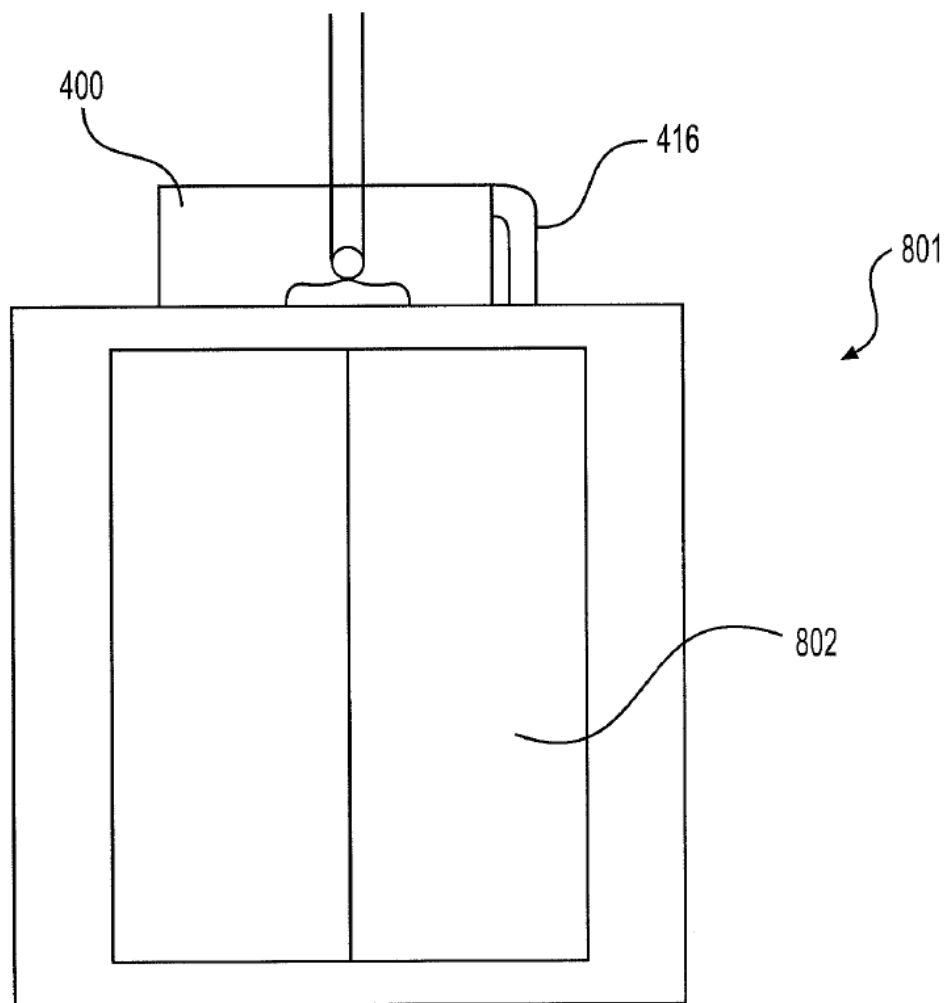


FIG. 8

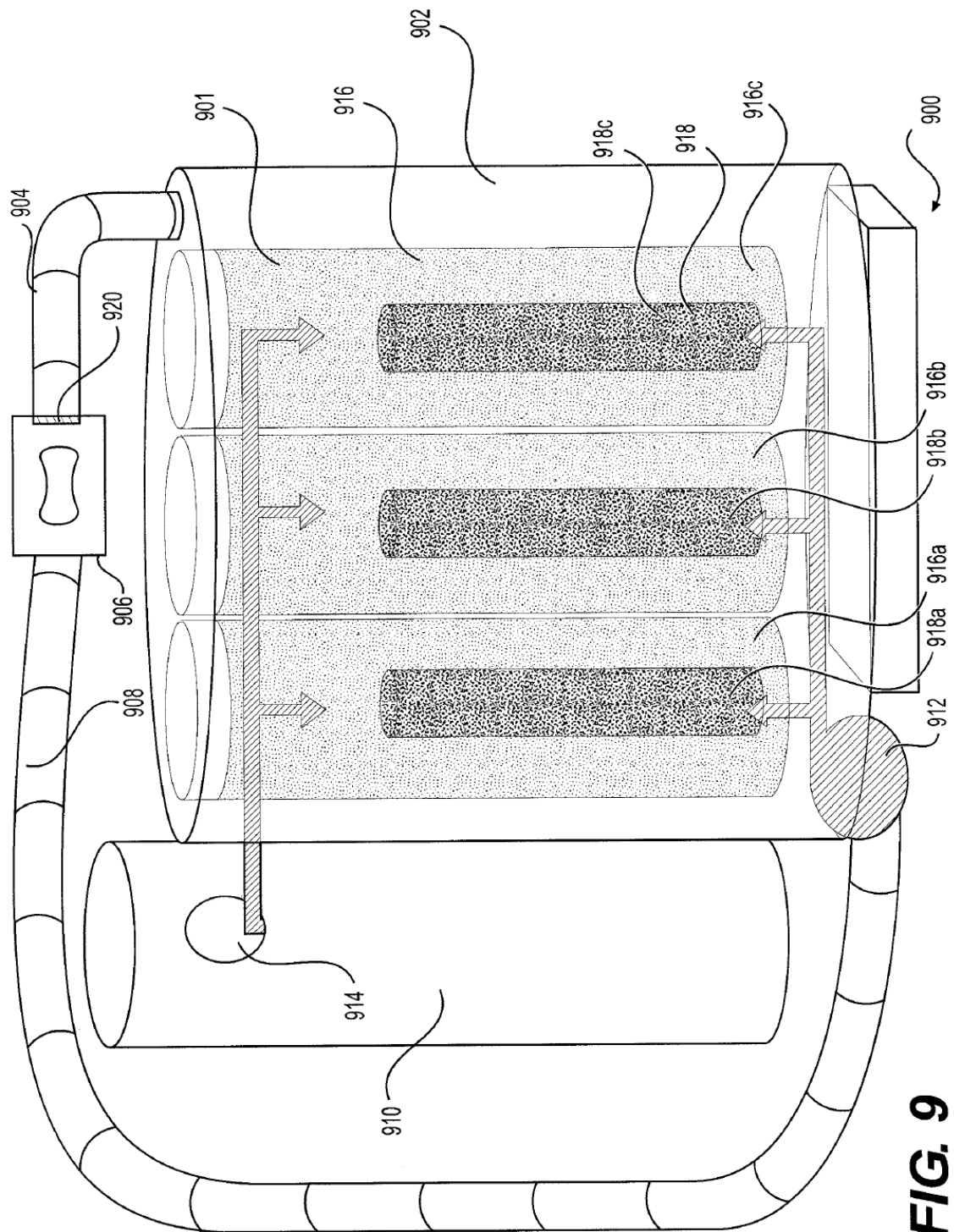


FIG. 9