(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 574 237**

(51) Int. Cl.:

A61L 2/20 (2006.01)
A61L 2/24 (2006.01)
A61L 9/015 (2006.01)
F24F 3/16 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010** **E 10723727 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016** **EP 2405948**

(54) Título: **Esterilización y descontaminación de un ambiente cerrado**

(30) Prioridad:

12.03.2009 GB 0904269
12.03.2009 GB 0904272

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.06.2016

(73) Titular/es:

DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
2040 Dow Center
Midland, MI 48674, US

(72) Inventor/es:

JENNINGS, JAMES ROBERT

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 574 237 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

Esterilización y descontaminación de un ambiente cerrado

Esta invención se refiere a un método de esterilización, descontaminación y / o desinfección, y a un aparato para su uso con el citado método.

Es un requisito esterilizar y realizar la desinfección de espacios tales como las zonas de cocina y cuartos de hospital de forma rápida y eficaz, con el fin de destruir microorganismos potencialmente dañinos, tales como bacterias y virus, que contaminan el aire y las superficies en el interior de las mismas, en una escala de tiempo aceptable.

La actividad biocida del ozono es ampliamente conocida y apreciada, y también se sabe que el suministro de ozono en una atmósfera húmeda aumenta la eficacia biocida.

Sin embargo, los problemas asociados con el uso del ozono como biocida han sido el relativamente largo proceso de post - tratamiento para garantizar que el ambiente es seguro para los ocupantes que regresan, el uso de productos químicos potencialmente dañinos para el medio ambiente durante el proceso, la ineficacia general del paquete de proceso al realizar la desinfección del ambiente, y la falta general de simplicidad para disponer y utilizar el aparato de forma rápida.

La solicitud anterior (EP 1500404, Steritrox Limited) del solicitante demostró un método mediante el cual el efecto beneficioso del ozono en una atmósfera húmeda podría ser utilizado quedando liberada la atmósfera residual del ozono dañino en un período de tiempo útil. El método consistió en la adición a la atmósfera de un compuesto olefínico, tal como buteno - 2, en cantidad suficiente para reaccionar con todo el ozono residual y eliminarlo. Aunque este proceso es eficiente para proporcionar un ambiente estéril, ahora se ha reconocido que la reacción entre el ozono residual y el compuesto olefínico conduce a la producción de una gama de compuestos, algunos de los cuales tienen propiedades nocivas cuando se encuentran presentes en la atmósfera por encima de una cierta concentración, comúnmente conocida como el Nivel de Exposición Ocupacional (OEL). Sin prejuicio de la invención, la gama de compuestos puede incluir, por ejemplo, acetaldehído, ácido acético, formaldehido, ácido fórmico, metanol, propio aldehído y otros similares.

Además, el uso de la humedad relativa para definir el contenido de agua de la atmósfera para la reacción es muy impreciso debido a que el contenido de agua cambia en una humedad relativa determinada con los cambios de temperatura. Esto a menudo hace que se proporcione más agua que la que realmente se requiere a la atmósfera. Esto puede conducir a condensación de agua sobre las superficies, lo cual actúa como una barrera para la reacción y también puede resultar en una habitación húmeda cuando el tratamiento se ha completado. Esto es indeseable claramente. Una preocupación adicional con niveles muy altos de humedad es que el ozono se hidroliza a peróxido de hidrógeno, que se sabe que es tóxico.

El documento de patente WO 03/101498 A2 describe un sistema basado en ordenador para el control de dispositivos de ozonización y el suministro controlado de ozono para descontaminar espacios cerrados. Se utiliza aire con ozono en forma de gas para llenar el espacio completo, incluyendo los conductos de ventilación, con un daño mínimo a los contenidos de los edificios. Se proporciona un algoritmo para solucionar las variables del sistema de manera que los tiempos requeridos para cada etapa del proceso de descontaminación puedan ser controlados y las variables de funcionamiento se puede ajustar para reflejar los requisitos de las variables del sistema.

El documento de patente de EE.UU número 2005/123436 A1 describe un método que utiliza combinaciones específicas de concentración de ozono, temperatura, y humedad para lograr una reducción satisfactoria de los alérgenos, patógenos, olor, o compuestos orgánicos volátiles.

El documento de patente W02008014615 A1 describe un método de esterilización de un ambiente cerrado en el que se coloca un aparato de desinfección en el entorno cerrado y a continuación se genera ozono a una concentración de ozono predeterminada, después de lo cual se incrementa rápidamente la humedad del entorno cerrado. A continuación un convertidor catalítico reduce la concentración de ozono a niveles seguros. Cuando la concentración de ozono se reduce a un nivel seguro predeterminado, el aparato de desinfección lo señaliza.

La presente invención busca proporcionar una solución a estos problemas, en particular, proporcionar un procedimiento y aparato de esterilización y descontaminación de de eficiencia incrementada mediante la optimización del contenido de agua requerida para el funcionamiento satisfactorio del proceso y aparato.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de esterilización, descontaminación y / o desinfección de un entorno cerrado, comprendiendo el método las etapas de:

a) medir la temperatura de un entorno cerrado que se va a tratar;

b) calcular la humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial predeterminada de vapor de agua a la temperatura medida

c) introducir una cantidad apropiada de agua al ambiente para proporcionar la humedad relativa

calculada;

d) descargar ozono en el ambiente humidificado;

e) mantener el nivel de ozono en una concentración que permita alcanzar el grado requerido de descontaminación, esterilización y / o desinfección del ambiente húmedo; y

f) reducir el nivel de ozono a un nivel de exposición seguro aceptable. La etapa de calcular la humedad relativa se calcula por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial del vapor de agua a una temperatura de base correspondiente a la temperatura óptima de funcionamiento del entorno cerrado y la humedad relativa óptima a esa temperatura de base para proporcionar la presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado para la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y la presión parcial de base.

Preferiblemente, la presión parcial predeterminada es al menos 4,0 torr a la temperatura medida.

El nivel de ozono puede ser reducido por la descomposición natural y / o descomposición asistida, tal como la descomposición catalítica, deposición fotoquímica o enfriamiento con un hidrocarburo insaturado. Más preferiblemente, el método incluye la etapa de pasar el ambiente descontaminado y esterilizado a través de un catalizador para reducir la concentración de ozono a una cantidad predeterminada; introducir un hidrocarburo que contiene un doble enlace carbono - carbono en el ambiente para que reaccione preferentemente con el ozono descargado; y reciclar el ambiente descontaminado y esterilizado a través del catalizador hasta que la concentración de productos nocivos caiga a un nivel seguro.

Preferiblemente, el método monitoriza continuamente la temperatura del ambiente y ajusta automáticamente la cantidad de agua introducida en el ambiente con la detección de un cambio en la temperatura para mantener la presión parcial de vapor de agua en el ambiente.

La humedad relativa requerida para una temperatura particular es derivada de una humedad relativa óptima a una temperatura de base. En la presente invención, la temperatura de base dependerá de la temperatura de funcionamiento del entorno cerrado. Por ejemplo, ambientes frescos, tales como las zonas de preparaciones de alimentos, tendrán una temperatura de funcionamiento óptima más baja que los ambientes más cálidos, tales como las salas de hospital.

La humedad relativa requerida para una temperatura de funcionamiento particular se deriva de una humedad relativa óptima a una temperatura de base y la temperatura de base corresponde a la temperatura de funcionamiento óptima para el ambiente que se va a tratar (a diferencia de la temperatura real medida del ambiente).

La humedad relativa requerida se calcula por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial del agua a la temperatura óptima de funcionamiento y la humedad relativa óptima para proporcionar una presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado para la temperatura medida; y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado y de la presión parcial de base.

En una realización de la presente invención, se proporciona un método de esterilización, descontaminación y / o desinfección de un ambiente fresco de hasta 15ºC, tal como una zona de preparación de alimentos, comprendiendo el método las etapas de:

a) medir la temperatura de un entorno cerrado que se va a tratar;

b) calcular la humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial deseada de 4,0 a 10,99 torr a la temperatura medida, estando basada la presión parcial deseada real en una presión parcial óptima predeterminada a una temperatura de base;

c) introducir una cantidad apropiada de agua al ambiente para proporcionar la humedad relativa calculada dentro del entorno cerrado para la temperatura medida;

d) descargar ozono en el ambiente humidificado;

e) mantener el nivel de ozono en una concentración que permita alcanzar el grado requerido de descontaminación, esterilización y / o desinfección del ambiente húmedo; y

f) reducir el nivel de ozono a un nivel de exposición seguro aceptable.

En esta realización de la presente invención, la temperatura de base preferida es de 6ºC, que es la temperatura óptima de un tienda de alimentos en frío, y la humedad relativa óptima preferida para esta temperatura es de 90% en volumen, proporcionando una presión parcial de base preferida de 6,3 torr. La humedad relativa requerida se calcula preferiblemente por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial de agua a 6ºC y 90% de humedad relativa para proporcionar una presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado

para la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y de la presión parcial de base.

Se debe apreciar que otros ambientes operativos fríos pueden mantenerse a temperaturas óptimas por encima o por debajo de 6ºC y la presión parcial de base podría ser ajustada consecuentemente. Sin embargo, a temperaturas por debajo de 1ºC a 2ºC es poco probable que el proceso funcione con eficacia debido a la congelación de las gotas de agua.

En otra realización de la presente invención, se proporciona un método de esterilización, descontaminación y / o desinfección de un ambiente cálido en o por encima de 15ºC, como por ejemplo una sala de hospital, comprendiendo el método las etapas de:

a) medir la temperatura de un entorno cerrado que se va a tratar;

b) calcular la humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial deseada de al menos 11,00 torr a la temperatura medida, estando basada la presión parcial deseada real en una presión parcial óptima predeterminada a una temperatura de base;

c) introducir una cantidad apropiada de agua en el ambiente para proporcionar la humedad relativa calculada en el entorno cerrado a la temperatura medida;

d) descargar ozono en el ambiente humidificado;

e) mantener el nivel de ozono a una concentración que permitirá alcanzar el grado necesario de descontaminación, esterilización y / o desinfección del ambiente húmedo; y

f) reducir el nivel de ozono a un nivel de exposición seguro aceptable.

En esta realización, la temperatura de base preferida es de 18ºC, y la humedad relativa predeterminada preferida para esta temperatura es de 90% en volumen, proporcionando una presión parcial de base preferida de 13,9 torr. La humedad relativa requerida se calcula preferiblemente por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial de agua a 18ºC y 90% de humedad relativa para proporcionar una presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado para la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y a la presión parcial de base.

Las características preferibles y / u opcionales del primer aspecto de la invención se exponen en las reivindicaciones 2 a 13, ambas incluidas.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de esterilización, descontaminación y / o desinfección para su uso con un método de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, comprendiendo el aparato un sensor de temperatura, una unidad humidificadora, una unidad de descarga de ozono, y un controlador mediante el cual la unidad humidificadora y la unidad de descarga de ozono son controlables en base a condiciones predeterminadas, siendo controlada automáticamente la unidad humidificadora por medio del software para variar la cantidad de agua introducida dentro de un ambiente en base a la temperatura medida por el sensor de temperatura para proporcionar una presión parcial predeterminada, estando basada la presión parcial predeterminada en una presión parcial óptima predeterminada a una temperatura de base, en el que el software calcula la humedad relativa calculada por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial de vapor de agua a una temperatura de base que corresponde a una temperatura de funcionamiento óptima del entorno cerrado y la humedad relativa óptima a esa temperatura de base para proporcionar la presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado para la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y a la presión parcial de base.

En una realización preferida de la presente invención, el aparato incluye un catalizador de empobrecimiento de ozono y / o una unidad de descarga de hidrocarburo.

El aparato incluye el software adecuado para el cálculo de la cantidad de agua que se va a introducir en el ambiente en base a la temperatura medida y a la presión parcial de base para proporcionar la humedad relativa calculada.

La invención se describirá a continuación más específicamente con referencia a los ejemplos que siguen en los que los Ejemplos 1 y 2 se refieren a la esterilización y descontaminación de un ambiente fresco usando el proceso y aparato de la presente invención y los Ejemplos 3 y 4 se refieren a la esterilización y descontaminación de un ambiente cálido usando el proceso y aparato de la presente invención, y por los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática en alzado lateral de una realización del aparato de esterilización y de descontaminación para realizar el procedimiento de la invención; y

la figura 2 es una vista frontal esquemática del aparato que se muestra en la figura 1;

El proceso y aparato de la presente invención utiliza ozono con niveles de humedad incrementados para la esterilización y la descontaminación de un entorno cerrado, tal como las zonas de preparación de alimentos o una sala de hospital. Cualquier grado de condensación dentro del entorno cerrado como resultado de este aumento de la humedad, es claramente indeseable. Por lo tanto, la cantidad de agua empleada para mantener un grado satisfactorio de humidificación no debe ser tal que sature la atmósfera con vapor de agua. En relación con los ambientes sanitarios, existe una clara necesidad de mantener los tejidos de la habitación y su contenido secos. Los charcos de agua condensada tendrían que ser retirados después de que el proceso haya terminado, lo que inevitablemente requiere fregar. Esto es probable que reintroduzca bacterias / infección en la habitación. Además, cualesquiera equipos de la sala, tales como televisores y cortinas, necesitan mantenerse secos para eliminar la necesidad de un secado inconveniente y perjudicial de estos artículos antes de reutilizar la sala.

En una zona típica de preparación de alimentos, la temperatura generalmente se mantiene por debajo de aproximadamente 6ºC para reducir el posible deterioro de los alimentos. Un nivel típico de la humedad que se ha encontrado que proporciona resultados satisfactorios es de 90% a una temperatura de 6ºC. A esta temperatura, la presión parcial de agua es de 6,3 torr, en base a que la presión de vapor de agua saturado sea 7,00 torr a esta temperatura. Si la temperatura se elevara por encima de 6ºC, entonces sería posible operar con una presión de vapor de agua más elevada sin detrimento para el proceso, pero esto no necesariamente conduciría a un aumento en el grado de esterilización o descontaminación que se pueda conseguir. Previamente, el uso de ozono para la descontaminación y / o esterilización de una zona se ha ligado únicamente a la humedad relativa como medio para definir el contenido de agua de la zona que se va a tratar. Sin embargo, esto es muy impreciso y a menudo resulta en que se proporciona un contenido de agua demasiado alto para la reacción. El proceso y aparato de la presente invención miden la temperatura de la zona que se va a tratar antes de y durante la introducción del ozono y calcula la humedad relativa necesaria para esa temperatura en particular para que se corresponda con una humedad relativa del 90% a 6ºC, tal como se detalla a continuación.

A una temperatura de 6ºC, la presión de vapor de agua saturado es de 7,0 torr (aproximadamente 7 mm de Hg de presión). Así, por un proceso que requiere el 90% de humedad relativa a 6ºC, la presión parcial del agua tiene que ser como mínimo de 6,3 torr.

Cuando la temperatura aumenta, la presión de vapor de agua saturado sube, aproximadamente de acuerdo con la ecuación 1 que sigue:

$$\text{Log}_{10}P_T = 8{,}07131 - (1730{,}61 / (233{,}426 + T\ °C) \qquad \text{[ecuación 1]}$$

en la que P_T es la presión de vapor saturado y T es la temperatura en grados Celsius.

La humedad relativa requerida (RH) se calcula entonces utilizando la ecuación 2 que se indica a continuación:

$$RH = (6{,}3 * 100) / P_T)$$

en la que P_T es de nuevo la presión de vapor saturado a la temperatura TºC.

La cantidad de 6,3 torr procede de una temperatura de base de 6ºC. Si la temperatura de base para una situación específica es diferente de 6ºC, entonces se debe calcular un multiplicador diferente a partir de la presión de vapor de agua saturado a esa temperatura, y a la humedad relativa requerida.

La humedad relativa calculada se realimenta automáticamente de nuevo para permitir el control sobre la cantidad de agua introducida en el ambiente para esa temperatura dada. Por lo tanto, el procedimiento y el aparato se ajustan automáticamente para funcionar a una humedad relativa más baja cuando la temperatura se eleva, reduciendo así la cantidad de agua en exceso presente en la atmósfera que pueden tener un efecto perjudicial sobre la reacción y la sensación del ambiente.

Ejemplo 1

La humedad relativa óptima para llevar a cabo el proceso de descontaminación en una tienda de alimentos a 6ºC es del 90% en volumen. Sin embargo, la temperatura medida de la tienda de alimentos es de 8ºC. La presión de vapor saturado calculada usando la ecuación 1 anterior es 8,00 torr. Por lo tanto, la humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial de agua de 6,3 torr es 78,7%.

Por lo tanto, a 8ºC, la zona tiene que ser sometida a la humedad relativa más baja de 78,7% en lugar de 90%.

Ejemplo 2

Una tienda de alimentos se mantiene a 3ºC y a una humedad relativa típica que se ha encontrado que da resultados satisfactorios para el proceso de la presente invención es del 85% a esta temperatura. La presión de vapor de agua saturado a esta temperatura es de 5,64 torr y por lo tanto la presión parcial de base es 4,79 torr. Si la temperatura de la tienda se eleva a 4ºC, se requerirá un nivel de humedad relativa del 79%.

El método y aparato de la presente invención, por tanto, mide la temperatura del ambiente que se va a tratar, calcula

la presión de vapor de agua saturado a esa temperatura de acuerdo con la ecuación 1 anterior, calcula la RH requerida partir de la ecuación 2 más arriba y alimenta de nuevo este valor por medio de un sistema de control inteligente para el control de la cantidad de agua introducida en el ambiente para esa temperatura particular, para mantener la humedad relativa requerida a esa temperatura.

En unos ambientes sanitarios típicos, tales como quirófanos de hospitales y salas, la temperatura generalmente se mantiene por encima de aproximadamente 15ºC, normalmente por encima de 18ºC. Un nivel típico de la humedad que se ha encontrado que proporciona resultados satisfactorios es del 90% a una temperatura de 18ºC. A esta temperatura, la presión parcial de agua es de 13,9 torr, en base a que la presión de vapor de agua saturado es de 15,4 torr a esta temperatura. Si la temperatura se elevara por encima de 18ºC, entonces sería posible operar con una presión de vapor de agua más elevada sin detrimento del proceso, pero esto no necesariamente conduciría a un aumento en el grado de esterilización o descontaminación que sería alcanzado. Del mismo modo, si la temperatura fuese a caer por debajo de 18ºC, por ejemplo, a 16ºC, sería necesario trabajar con una presión de vapor de agua inferior, para evitar la condensación.

A una temperatura de 18ºC, la presión de vapor de agua saturado es de 15,4 torr (aproximadamente 16 mm de Hg de presión). Así, por un proceso que requiere el 90% de humedad relativa a 18ºC, la presión parcial del agua tiene que ser como mínimo de 13,9 torr.

A medida que la temperatura aumenta, la presión de vapor de agua saturado sube, aproximadamente, de acuerdo con la ecuación 1 que sigue:

$$\text{Log}_{10} P_T = 8{,}07131 - (1730{,}61 / (233{,}426 + T\ °C) \text{ [ecuación 1]}$$

en la que P_T es la presión de vapor saturado y T es la temperatura en grados Celsius.

La humedad relativa requerida (RH) se calcula entonces utilizando la ecuación 3 a continuación:

$$RH = (13{,}9 * 100) / P_T) \text{ [ecuación 3]}$$

en la que P_T es de nuevo la presión de vapor saturado a la temperatura TºC.

La cantidad de 13,9 torr procede de una temperatura de base de 18ºC. Si la temperatura de base para una situación específica es diferente de 18ºC, entonces se debe calcular un multiplicador diferente a partir de la presión de vapor de agua saturado a esa temperatura, y a la humedad relativa requerida.

La humedad relativa calculada se alimenta entonces de nuevo automáticamente para permitir el control sobre la cantidad de agua introducida en el ambiente para esa temperatura dada. Por lo tanto, el procedimiento y el aparato se ajustan automáticamente para funcionar a una humedad relativa más baja cuando la temperatura se eleva, reduciendo así la cantidad de agua en exceso presente en la atmósfera que pueden tener un efecto perjudicial sobre la reacción y la sensación del ambiente.

Ejemplo 3.

La humedad relativa óptima para llevar a cabo el proceso de descontaminación a 18ºC es del 90% en volumen. A una temperatura de 18ºC, la presión de vapor de agua saturado es de 15,4 torr (aproximadamente 16 mm Hg). De esta manera, para un proceso que requiera el 90% de humedad relativa a 18ºC, la presión parcial del agua tiene que ser un mínimo de 13,9 torr a 18ºC.

Ejemplo 4.

Siguiendo el ejemplo 1 anterior, se encuentra que la temperatura de una sala de hospital es de 20ºC. Utilizando la ecuación 1 y la ecuación 2 anteriores, la humedad relativa requerida en la sala para un funcionamiento óptimo del proceso se puede calcular como sigue:

$$\text{Log}_{10} P_T = 8{,}07131 - (1730{,}61 / (233{,}426 + T°C) \qquad \text{[ecuación 1]}$$

en la que P_T es la presión de vapor saturado y T es la temperatura en grados Celsius.

La humedad relativa requerida se puede calcular utilizando la ecuación 3:

$$RH = (13{,}9 * 100) / P_T \text{ [ecuación 3]}$$

en la que P_T es de nuevo la presión de vapor saturado a la temperatura TºC.

P_T resulta ser de17,50 torr a 20ºC. La humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial de agua de 13,9 torr entonces se convierte en el 84,7% a la temperatura más alta. Por lo tanto, se puede funcionar a una humedad relativa más baja cuando la temperatura se eleva.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos que se acompañan, se muestra un ejemplo de un aparato de

esterilización y descontaminación10 para llevar a cabo la presente invención. El aparato comprende una carcasa portátil 12, que se puede abrir y que, en uso, genera una presión positiva en el interior para proteger los dispositivos sensibles dentro de la carcasa contra el efecto perjudicial del ozono. Sin embargo, se debe apreciar que se podrían proporcionar medios alternativos para proteger los componentes sensibles internos contra el daño producido por el ozono. La carcasa 12 tiene ruedas 14 y aloja una unidad humidificadora 16 que tiene una salida de aire humidificado 17, una unidad de descarga de ozono 18 que tiene una salida de descarga de ozono 20, un recipiente que contiene un catalizador de ozono 70, una unidad de descarga de hidrocarburo 22 que tiene una salida de descarga de hidrocarburo 24, un sensor de temperatura 31 y una unidad de control 26.

El ejemplo ilustrado tiene un catalizador de empobrecimiento de ozono, pero se pueden utilizar medios de empobrecimiento del ozono alternativos adecuados en la presente invención, tales como medios fotoquímicos.

La unidad humidificadora 16 en el ejemplo ilustrado incluye un humidificador 28, un sensor de higrostato 30, un sensor de temperatura 31 y un depósito de agua 34. Si se utiliza un humidificador ultrasónico, también se tiene que proporcionar, por ejemplo, un suministro de aire comprimido en forma de un depósito de aire comprimido o un recipiente alojado dentro de la carcasa 12. El depósito de aire comprimido está conectado al depósito de agua 34 y al humidificador 28. Las gotitas de agua que tienen un diámetro de menos de 5 micrómetros, preferiblemente de 2 a 3 micrómetros, se introducen en el aire para aumentar la velocidad de evaporación a la atmósfera.

La unidad de descarga de ozono 18 incluye un generador de ozono 36, un sensor detector de ozono 38, y un suministro de oxígeno 56 para suministrar oxígeno al generador de ozono 36. Se prefiere oxígeno al aire para la generación de ozono debido a que esto evita la formación de óxidos tóxicos de nitrógeno, aumenta la velocidad a la que se alcanza la concentración requerida de ozono y también aumenta el rendimiento del ozono.

El catalizador de ozono 70 es cualquier catalizador adecuado que sea capaz de eliminar el ozono de la atmósfera. El catalizador se puede seleccionar de entre una gama de sustancias propietarias que se sabe que son activas en la descomposición catalítica del ozono. Tales catalizadores pueden contener opcionalmente metales del grupo del platino, óxidos de manganeso, y otras sustancias que pueden tener un efecto promotor.

La unidad de descarga de hidrocarburo 22 incluye un suministro de hidrocarburo 42 en forma de un depósito o recipiente que contiene un hidrocarburo insaturado volátil, tal como buteno. Preferiblemente, el buteno es buteno - 2. Sin embargo, el hidrocarburo puede ser cualquier hidrocarburo adecuado que tenga un doble enlace carbono - carbono, por razones que se harán evidentes más adelante. El hidrocarburo se selecciona en base a su velocidad de reacción con el ozono y la toxicología de sus productos de descomposición.

La unidad de control 26 controla el aparato 10 y está preestablecido con al menos una rutina de esterilización y descontaminación. La unidad de control 26 incluye un controlador 46 y una interfaz de usuario 48 mediante la cual un usuario puede introducir comandos al aparato 10.

El aparato 10 puede incluir una batería integrada 50 y / o puede ser conectable a una red de alimentación. En el caso de la batería integrada 50, la batería es preferentemente recargable. Si se proporciona un aparato de funcionamiento a red, este puede tener un sistema de reserva por batería para que la máquina sea prueba de fallos en el caso de una interrupción de la red de alimentación.

El aparato 10 también suele incluir otras características de seguridad, tales como sensores seguridad y rutinas de software para impedir la puesta en marcha o iniciar la parada en caso de un fallo del sistema.

En uso, el aparato 10 en primer lugar es situado en la zona que se va a esterilizar y descontaminar. La alimentación al aparato 10 es conectada, y la unidad de control 26 lleva a cabo una verificación inicial de seguridad. Si el control de seguridad no se pasa, el aparato 10 no funciona y emite una indicación adecuada usando luces de advertencia 52. Durante el proceso, los controles de seguridad se realizan de forma continua y, en caso de un fallo del sistema, el sistema se dispone en modo seguro .

La temperatura del ambiente se controla continuamente y la humedad relativa para proporcionar una presión parcial deseada (generalmente de al menos 4 torr) a esa temperatura es calculada automáticamente por la unidad de control siendo introducido en el ambiente un volumen predeterminado de agua para lograr ese nivel de humedad. El volumen se ajusta en consecuencia a la detección de un cambio de temperatura.

La temperatura del aire humidificado es superior al punto de rocío del ambiente, y por lo tanto no se produce condensación.

El controlador 46 sigue supervisando el nivel de ozono, la humedad relativa por medio del sensor de higrostato 30 y la temperatura ambiente por medio del termopar 31. Si después de un intervalo de tiempo predeterminado, por ejemplo 10 minutos, el nivel de humedad relativa requerido (tal como se calcula por referencia a la temperatura medida y a la presión parcial de agua a la temperatura óptima de funcionamiento de base) no se ha alcanzado y / o no se ha obtenido el nivel de ozono requerido, el controlador 46 aborta la rutina de esterilización y descontaminación y proporciona una indicación adecuada.

El oxígeno es suministrado al generador de ozono 36, y se genera ozono. El ozono generado se introduce en la corriente de aire humidificado de descarga. El controlador 46 proporciona una indicación adecuada de que el generador de ozono 36 está en funcionamiento, y monitoriza los niveles de ozono ambiental por medio del sensor detector de ozono 38.

Tanto el ozono como la concentración de vapor de agua que se debe detectar pueden ser modificados. Una vez que los niveles de ozono y vapor de agua prefijados se han detectado dentro del intervalo de tiempo asignado, el controlador 46 entra en una fase de tiempo, conocida como "tiempo de permanencia".

El tiempo de permanencia también puede ser modificado, por ejemplo, a una hora, y dependerá del grado y / o del tipo de descontaminación / esterilización que se debe proporcionar. Por ejemplo, la contaminación por esporas o mohos, tales como *Clostridium difficile*, generalmente requiere un tiempo de permanencia más largo que la contaminación por bacterias, tales como Listeria y *Staphylococcus aureus resistente a la meticilina* (MRSA).

Durante el tiempo de permanencia, la concentración de ozono y la humedad relativa son monitorizadas continuamente. Si el nivel de ozono cae por debajo de un umbral predeterminado, la unidad de descarga de ozono 18 se reactiva para reponer los niveles de ozono. Si el nivel de humedad relativa cae por debajo del valor calculado, la unidad humidificadora 16 se reactiva para restaurar el nivel de vapor de agua.

Una vez más, durante el período de reactivación, si la concentración de ozono o la humedad relativa no llegan a los mínimos predeterminados que se han mencionado más arriba en un intervalo de tiempo establecido, por ejemplo 10 minutos, el controlador 46 aborta la rutina de esterilización y descontaminación y emite una indicación adecuada.

Después de que haya transcurrido el tiempo de permanencia, el controlador 46 cierra la válvula de aire comprimido 54 y la válvula de suministro de oxígeno 56, y la unidad humidificadora 16 y la unidad de descarga de ozono 18 son desconectadas. A continuación, un ventilador eléctrico 71 sopla la atmósfera a través del catalizador 70 para reducir los niveles de ozono, siendo controlado continuamente el nivel de ozono. Cuando la concentración del ozono ha caído hasta el nivel requerido, tal como 8 mg. m^{-3}, un hidrocarburo insaturado es introducido por medio de una válvula de descarga de hidrocarburo 58 de la unidad de descarga de hidrocarburo 22. La concentración de ozono es controlada continuamente y se comprueba que disminuye hasta alcanzar un nivel indetectable. El catalizador 70 puede ser empleado de forma continua hasta que la concentración de ozono caiga por debajo de su OEL.

Cuando el sensor detector de ozono 38 detecta que los niveles de concentración de ozono son inferiores a un valor predeterminado, por ejemplo 0,2 ppm o menos, el controlador 46 cierra la válvula de descarga de hidrocarburo 58 y produce una indicación de que la rutina de esterilización y descontaminación se ha completado. El nivel de ozono de 0,2 ppm, dependiendo del tamaño de la zona a esterilizar y descontaminar, se alcanza generalmente en unos 3 a 4 minutos. El aparato puede incluir un sistema de medición de realimentación de ozono (no mostrado) para determinar la cantidad de hidrocarburo que se añade al ambiente reduciendo de esta manera la posibilidad de producir una sobredosis de entrada de hidrocarburo y los problemas toxicológicos potenciales asociados.

Si el sensor detector de ozono 38 no indica que el nivel de seguridad predeterminado de ozono se ha alcanzado dentro de un intervalo de tiempo predeterminado, por ejemplo 10 minutos, el controlador 46 emite una advertencia de indicación de niveles de ozono potencialmente peligrosos en la sala. El controlador puede ser programado para permitir que pase un intervalo de tiempo superior a la vida media estándar del ozono antes de anunciar que la habitación se puede reocupar.

Se prevé que el aparato de esterilización y descontaminación puede estar formado integralmente como parte de un área, o puede ser portátil sólo parcialmente. Por ejemplo, el suministro de aire comprimido y / o suministro de oxígeno podrían formarse integralmente como parte de la zona que se va a esterilizada y descontaminada regularmente. Alternativamente, los componentes podrían estar alojados dentro de la carcasa del aparato. En este caso, el suministro requerido podría estar interconectado con el aparato a través de un tubo umbilical desmontable. La máquina también puede consistir en una unidad principal y un controlador remoto conectado de forma inalámbrica, en el que la o cada rutina preestablecida puede ser iniciada de forma remota por un usuario desde fuera de la zona a esterilizar y descontaminar.

Aunque el suministro de oxígeno es típicamente en forma de uno o más depósitos o cilindros de oxígeno, se puede utilizar un concentrador de oxígeno disponible comercialmente.

El aparato utiliza un ventilador eléctrico 72 como un dispositivo de movimiento de gas para hacer circular el aire ambiental, el ozono y el hidrocarburo. Sin embargo, dependiendo de la aplicación particular, se puede utilizar un dispositivo de movimiento de aire en lugar de un ventilador eléctrico.

El aparato que se ha descrito más arriba utiliza un método para producir un nivel artificialmente alto de humedad sin condensación, y generar in situ una alta concentración de ozono.

Los materiales del aparato son resistentes a los efectos corrosivos del ozono y de la elevada humedad, así como de los efectos disolventes del hidrocarburo.

El estado de todas las válvulas es determinado con sensores incorporados integralmente conectados al controlador. Las válvulas se disponen por seguridad en una posición apropiada, como por ejemplo la posición cerrada, de manera que la seguridad del usuario se mantenga en todo momento.

El controlador también puede incorporar un sistema de grabación a prueba de manipulaciones para monitorizar el uso, la hora, la fecha, el éxito / fracaso operativo y otros parámetros necesarios para medir el funcionamiento de la máquina.

Por lo tanto, es posible proporcionar un método y un aparato para proporcionar un grado de esterilización, descontaminación y / o desinfección que es rápido, eficaz y no proporciona subproductos nocivos por encima de un nivel de seguridad recomendado para el ambiente de que se trate. Además, el ajuste fino del método y del aparato para tener en cuenta la temperatura real de la zona que se va a tratar de manera que solamente el volumen requerido de agua se introduzca en la zona que se va a tratar produce un aumento de la eficiencia. Se producirá menos condensación sobre las superficies, que podría actuar como una barrera para la actividad biocida y la longevidad de cualquier catalizador debería mejorarse puesto que las altas concentraciones de vapor de agua son perjudiciales para el rendimiento del catalizador. El contenido reducido de agua también proporcionará a las instalaciones una mayor comodidad debido a la menor humedad. Tener menos encharcamientos producidos por la condensación también reduce la necesidad de secar la habitación antes de que sea reocupada. El aparato puede ser discreto y portátil. El método proporciona una esterilización y descontaminación efectiva en más de un 99,99% de un espacio sin afectar el ambiente con subproductos nocivos. La reutilización rápida de una zona contaminada se puede conseguir de esta manera.

Las realizaciones que se han descrito más arriba se proporcionan solamente a modo de ejemplos, y otras modificaciones serán evidentes a los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de esterilización, descontaminación y / o desinfección de un entorno cerrado, comprendiendo el método las etapas de:

   a) medir la temperatura de un entorno cerrado que se va a tratar;

   b) calcular la humedad relativa requerida para proporcionar una presión parcial de vapor de agua predeterminada a la temperatura medida;

   c) introducir una cantidad apropiada de agua al ambiente para proporcionar la humedad relativa calculada;

   d) descargar ozono en el ambiente humidificado;

   e) mantener el nivel de ozono en una concentración que permita alcanzar el grado requerido de descontaminación, esterilización y / o desinfección del ambiente húmedo;

   f) reducir el nivel de ozono a un nivel de exposición seguro aceptable, y que se caracteriza porque la etapa de calcular la humedad relativa es calculada por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial de vapor de agua a una temperatura de base correspondiente a la temperatura de funcionamiento óptima del entorno cerrado y la humedad relativa óptima a esa temperatura de base para proporcionar la presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado para la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como una función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y a la presión parcial de base.

2. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que la presión parcial predeterminada es de al menos 4,0 torr a la temperatura medida.

3. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 o la reivindicación 2 que comprende, además, reducir nivel de ozono por descomposición natural o asistida.

4. Un método como el reivindicado en la reivindicación 3 que comprende, además, pasar el ambiente descontaminado y / o esterilizado a través de un catalizador para reducir la concentración de ozono a una cantidad predeterminada.

5. Un método como el reivindicado en la reivindicación 3 o la reivindicación 4 que comprende, además, introducir un hidrocarburo que contiene un doble enlace carbono - carbono en el ambiente para que reaccione preferentemente con el ozono descargado.

6. Un método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además, ajustar automáticamente la cantidad de agua introducida en el ambiente después de la detección de un cambio en la temperatura para mantener la presión parcial predeterminada de vapor de agua en el ambiente.

7. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que la temperatura de base es de 18ºC y la presión parcial de base es de 13,9 torr.

8. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que la temperatura de base es de 15ºC y la presión parcial de base es de 11,4 torr.

9. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1, en el que la temperatura de base es de 6ºC y la presión parcial de base es de 6,3 torr.

10. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 para uso en un ambiente fresco hasta de 15ºC, tal como una zona de preparación de alimentos, en el que la presión parcial predeterminada es de 4,0 a 10,99 torr.

11. Un método como el reivindicado en la reivindicación 1 para uso en un ambiente cálido en o por encima de 15ºC, como por ejemplo una sala de hospital, en el que la presión parcial predeterminada es al menos de 11,00 torr.

12. Un método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el nivel de ozono que se mantienen en la etapa e) está en el intervalo de 1 a 100 ppm por volumen.

13. Un método como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa f) reduce el nivel de ozono a un valor por debajo del límite de exposición ocupacional (OEL).

14. El aparato de esterilización, descontaminación y / o desinfección para su uso con un método como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el aparato un sensor de temperatura, una unidad humidificadora, una unidad de descarga de ozono, y un controlador mediante el cual la unidad humidificadora y la unidad de descarga de ozono se pueden controlar en base a condiciones predeterminadas, siendo controlada automáticamente la unidad humidificadora por medio de software para variar la cantidad de

agua introducida en un ambiente en base a la temperatura medida por el sensor de temperatura para proporcionar una presión parcial predeterminada, estando basada la presión parcial predeterminada en una presión parcial óptima predeterminada a la temperatura de base,

que se caracteriza porque el software calcula la humedad relativa calculada por medio de un algoritmo que comprende las etapas de determinar la presión parcial de vapor de agua a una temperatura de base que corresponde a una temperatura de funcionamiento óptima del entorno cerrado y la humedad relativa óptima a esa temperatura de base para proporcionar la presión parcial de base; determinar la presión de vapor saturado a la temperatura medida y calcular la humedad relativa requerida como función de la presión de vapor saturado a la temperatura medida y a la presión parcial de base.

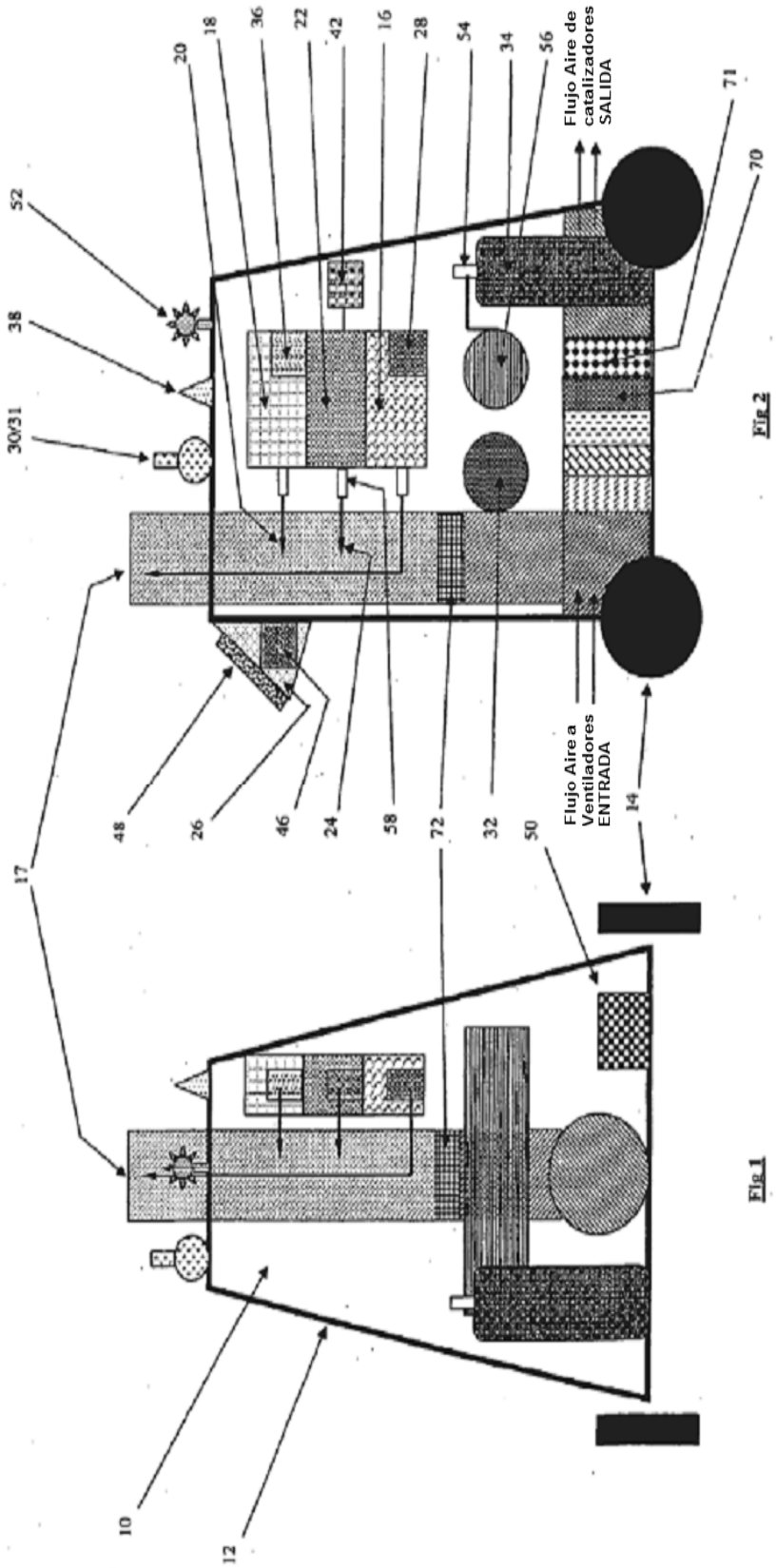
52
38
30/31
20
18
36
22
42
16
28
54
34
56
Flujo Aire de catalizadores SALIDA
71
70
17
48
26
46
24
58
72
32
50
Flujo Aire a Ventiladores ENTRADA
14
10
12

Fig 2

Fig 1