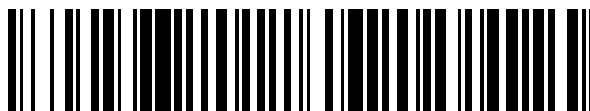


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 500 642**

51 Int. Cl.:

A61L 2/22 (2006.01)

A61L 2/03 (2006.01)

B05B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2009** **E 09771096 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014** **EP 2303340**

54 Título: **Método de descontaminación basado en microaerosol**

30 Prioridad:

26.06.2008 RU 2008125415

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.09.2014

73 Titular/es:

**BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE (100.0%)
Pacific Northwest Division Intellectual Property
Legal Services P.O. Box 999
Richland, WA 99352, US**

72 Inventor/es:

**SVENTITSKYI, EVGENIY;
GLUSHENKO, VALERYI;
TOLPAROV, YURI;
EGOROVA, TATIANA;
CHERNYAEVA, ELENA;
KONTORINA, NADEZHDA;
ISKRITSKY, VIKTOR y
RAININA, EVGUENIA**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 500 642 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

Método de descontaminación basado en microaerosol

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a métodos para la descontaminación y desinfección de ambientes cerrados, en una variedad de campos incluyendo pero no limitándose a agricultura, medicina, sanidad, transporte, procesamiento de alimentos, producción, construcción, y otras aplicaciones.

10

Información de antecedentes

15

[0002] Los bioagentes patógenos pueden causar daños significativos en seres humanos, animales y los ambientes donde habitan. Existe una necesidad de un método que proporcione una descontaminación simultáneamente eficaz y respetuosa con el medio ambiente de múltiples bioagentes en ambientes cerrados como hospitales. A pesar de que se han proporcionado y propuesto una serie de métodos, realmente no existe una tecnología eficaz y segura con el medio ambiente que proporcione una limpieza de instalaciones cerradas con geometría compleja a un coste eficaz y razonable.

20

La presente invención es un método que cumple estas necesidades, mientras que al mismo tiempo supera las limitaciones de las técnicas anteriores.

25

[0003] El documento US 4680163 A divulga un sistema para la esterilización de contenedores de plástico que hace uso de un generador de ultrasonido para atomizar un fluido esterilizante. El documento US 4512935 A divulga un equipo para mezclar un líquido no activado electroquímicamente con un gas. No se describen las propiedades germicidas de la corriente resultante de líquido/gas. El documento EP 0924460A 1 divulga una boquilla para su uso en los quemadores de premezcla de un sistema de turbina de gas.

30

[0004] Las ventajas adicionales y las nuevas características de la presente invención serán expuestas como sigue y se hará evidente a partir de las descripciones y demostraciones aquí expuestas. Por consiguiente, las siguientes descripciones de la presente invención deberían verse como ilustrativas de la invención y no como limitantes en ningún caso.

Resumen de la invención

35

[0005] La presente invención proporciona un sistema para la desinfección de un entorno cerrado contaminado según la reivindicación 1. También proporciona un método para la desinfección de un área cerrada según la reivindicación 5. Las soluciones activadas electroquímicamente (EAS) típicamente comprenden composiciones producidas por un tratamiento anódico o catódico (monopolar) de soluciones acuosas diluidas de sales minerales. Este tratamiento da lugar a estados metaestables con propiedades fisicoquímicas inusuales. Mientras en algunas formas de realización aquí descritas la solución electroquímicamente activada es una Solución de NaCl se entiende claramente que la invención no se limita concretamente a la misma, sino que puede configurarse alternativamente de diversas maneras utilizando cualquiera de entre una variedad de soluciones activadas electroquímicamente apropiadas para su uso y fácilmente verificables por una parte de los expertos en la materia. Se cree que las partículas EAS atomizadas se dispersan en el aire y forman radicales libres que dañan a varias células, esporas y otros materiales objetivo sobre los que éstas entran en contacto. Estos radicales libres superactivos (por ejemplo radicales libres centrados en oxígeno) con una alta capacidad penetrante se forman cuando esas gotitas se secan. Estos radicales libres superactivos inician entonces un ataque de radicales libres que continúa en una reacción en cadena dentro de un bioagente y que produce la muerte de células/virus/esporas. El método de la presente invención proporciona diversas ventajas porque la EAS, y específicamente el microaerosol producido a partir de la EAS no es tan químicamente fuerte por sí mismo como muchos líquidos como la lejía y por ello no daña equipamiento sensible ni el interior de materiales al mismo tiempo que siguen manteniendo la eficacia como agentes antibiológicos.

55

[0006] La EAS y el aire se mezclan en una proporción EAS (1-10):1 (por masa) con las gotitas de $<10 \mu\text{m}$. Esta mezcla es luego atomizada con una boquilla de eyector vorticial que separa posteriormente las partículas bruscamente dispersas. En una forma de realización de la invención sirve como EAS para atomizar una solución acuosa de cloruro sódico, sometido a electrólisis en una cámara de ánodo de un dispositivo de electrólisis con un diafragma. En otras formas de realización esta solución acuosa de cloruro sódico es sometida varias veces a electrólisis en una cámara de ánodo de un dispositivo de electrólisis, para crear las EAS con concentraciones de iones activos posteriormente más altas. Al mismo tiempo que se describen estas formas de realización, podría utilizarse cualquier dispositivo, material o combinación que cree una dispersión de la solución de una EAS con un pH generalmente neutro. Este proceso puede realizarse generalmente independientemente de la humedad o temperatura y no se ve limitado por el tamaño de la instalación. Al mismo tiempo que se describen estas configuraciones y parámetros particulares debe entenderse con claridad que la invención no está limitada a ellos, si no que podrían incorporarse alternativas distintas para incluir cualquiera de entre una serie de características adicionales.

65

[0007] En una forma de realización de la invención el método es llevado a cabo por un generador de aerosol situado en un contenedor cilíndrico con una solución operativa, donde las boquillas eyectoras se fijan sobre la superficie líquida para dirigir el flujo de aerosol generado por un cable a la pared del contenedor. En tales formas de realización el generador de aerosol puede tener una variedad de características incluyendo un ensamblaje de alimentación de aire, un deflector con forma de placa de corte horizontal, y entre 1 a 6 boquillas eyectoras, que pueden configurarse de diversos modos para ser así capaces de rotar generalmente en horizontal. En algunas configuraciones las boquillas eyectoras son configuradas de modo que la proyección del eje central del soplete de aerosoles a la pared del contenedor forma al menos un cambio de dirección del aerosol a un borde superior de la pared del contenedor. Además, las boquillas eyectoras pueden comprender una cámara de la boquilla para la mezcla de un líquido a ser atomizado con la corriente de aire, dirigido tangencialmente a la pared de la cámara de la boquilla. Preferiblemente, el área de sección transversal del tubo de alimentación de aire y aquel del orificio de la boquilla se seleccionan para proporcionar exceso de presión de aire de al menos 0,1 MPa en la cámara de boquilla.

Breve descripción de los dibujos

[0008] La invención se entenderá mejor con referencia a los dibujos anexos donde:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático del dispositivo para producir aerosol, conectado a un generador de aerosol;

La Fig. 2 es un dibujo esquemático de un generador de aerosoles

La Fig. 3 es un dibujo esquemático de una boquilla eyectora

La Fig. 4 es una tabla que muestra la eficacia de descontaminación de la solución microaerosolizada contra las células microbianas y esporas en una aplicación de la presente invención.

La Fig. 5 es una tabla que muestra la diferencia en la eficacia de la MAEAS y otros aerosoles contra bioagentes varios.

La Fig. 6 muestra la eficacia de descontaminación de los microaerosoles en función del tamaño de las partículas.

La Fig. 7 muestra la eficacia de la presente invención en comparación con métodos que utilizan otra tecnología de dispersión (nebulizador Omron).

La Fig. 8 muestra la eficacia de la descontaminación de la EAS como una función de los parámetros generadores de aerosol.

La Fig. 9 muestra la productividad del generador VAG y la distribución del tamaño de las partículas en función de la orientación de la boquilla.

La Fig. 10 muestra la reducción de gotitas $>1\mu\text{m}$ dentro de la cámara hermética tras pulsación de la generación de aerosoles.

La Fig. 11 es una tabla que muestra la capacidad de penetración de las gotitas de microaerosol generadas en el método de la presente invención.

La Fig. 12 muestra la eficacia de las partículas de la MAEAS $>1\mu\text{m}$ y $<1\mu\text{m}$ contra las esporas de B. cereas adsorbidas en una superficie.

La Fig. 13 es una tabla que muestra la eficacia de las partículas de MAEAS $>1\mu\text{m}$ y $<1\mu\text{m}$ contra esporas de B. cereus presentes en el aire.

La Fig. 14 muestra la eficacia de descontaminación de la MAEAS contra varios bioagentes adsorbidos en diferentes materiales.

La Fig. 15 muestra la eficacia de descontaminación de la MAEAS contra los virus H1N1 y H5N5 presentes en el aire y adsorbidos en una superficie de cristal.

La Fig. 16 muestra la eficacia de descontaminación de la MAEAS en presencia de Fe^{-2}

Descripción detallada de la invención

[0009] La siguiente descripción incluye descripciones de varios modos preferibles de la presente invención. Se aclarará de esta descripción de la invención que la invención no está limitada a estas formas de realización ilustradas sino que la invención también incluye una serie de modificaciones y formas de realización de la misma. Por lo tanto la presente descripción debería ser vista como ilustrativa y no limitante.

[0010] Las figuras adjuntas demuestran un ejemplo de un dispositivo que fue utilizado para ejecutar el método de la presente invención en varias pruebas y aplicaciones que se expondrán y describirán de ahora en adelante. En estos dibujos, los siguientes números de referencia se refieren a características varias del dispositivo que se muestran en las figuras 1-3 adjuntas. El dispositivo utilizado en los siguientes experimentos se compone de un generador de microaerosoles (2), conectado a una tubería alimentada por líquido (4) que conduce el líquido desde un depósito (6). En algunas formas de realización también puede incluirse un flujómetro (8), preferiblemente entre el depósito 6 y el generador de aerosoles (2). Se incluye también una tubería alimentada por aire comprimido (10) conectada a un compresor motorizado (12). En algunos casos esta tubería (10) también puede incluir un controlador de presión (14) con o sin un manómetro (16) y/o un filtro (18). Además, el dispositivo puede incluir una cámara de análisis (20) para la descontaminación, que se conecta de modo que así recibe un microaerosol bombeado desde el generador de microaerosoles (2).

[0011] La Figura 2 representa el generador de microaerosol (2) que muestra boquillas de eyección vorticial (22) situadas dentro de un contenedor cilíndrico (24) de modo que un soplete de microaerosol producido es dirigido por

un cable a la pared del contenedor (24). Se requiere al menos una boquilla (22) y pueden proporcionarse en las diferentes alternativas de formas de realización múltiples boquillas de eyección de varios números, tipos y configuraciones. En esta aplicación hay preferiblemente entre 1 y 6 boquillas (22) dependiendo del área de proceso. Si una configuración particular así lo requiere, una parte de una o más boquillas (22) puede sustituirse por tapones.

[0012] Las boquillas (22) se fijan a las tuberías de derivación (26) de la configuración del soporte (28) que habilita la rotación en el contenedor (24). Las boquillas (22) se encuentran operativamente conectadas al tubo alimentado por líquido (4) a través de tubos de boquillas (30), que están preferiblemente formados por tubos de cloruro de polivinilo (PVC). Estos tubos (30) se fijan con un anillo (17), un gásket (18) y tuercas (19). La estructura (28) proporciona a las boquillas (22) la capacidad para cambiar posiciones desde la parte superior al fondo del contenedor. (24). Una placa cortada (32) se fija con una tuerca (34) a la configuración del soporte (28) y habilita el ajuste de la altura por el movimiento de la misma a lo largo de la configuración de soporte. Si es necesario, también se puede incluir un difusor también en el contenedor, que es conectado de forma separable a través de un tubo con sistema de ventilación o por la cámara de prueba (20).

[0013] La Figura 3 muestra una vista detallada de la boquilla eyectora (22) compuesta por una cámara de boquilla cilíndrica (23) con conductos tangenciales (25) para la alimentación de aire y el orificio de salida del eje (38). Un tubo de derivación alimentado por líquido (26) coaxial al orificio (38) se fija en la cámara. Nuestro análisis ha demostrado que el máximo grado de dispersión se consigue cuando la proporción entre el área de corte transversal del orificio de salida y el área total de las secciones transversales del conducto tangencial es de 1 a 3, la longitud del orificio de salida del eje es 0,3-1,0 de su diámetro, y el tubo de derivación final vuelto al orificio está a la distancia 0,5-2,0 de la longitud del orificio del borde de salida del orificio. En su uso se fija el número requerido de boquillas (22) en las tuberías de derivación (26) del diseño de canalización (28) y se distancian apropiadamente para permitir la suficiente cobertura sobre el área de cobertura.

[0014] Para aplicar el aerosol, la solución operativa es alimentada desde el depósito (6) al generador de aerosol (2) donde éste se mezcla con aire proporcionado del compresor de aire (12). En algunas aplicaciones la presión en el tubo de alimentación se fija por el controlador de presión (14) y se puede ajustar con el manómetro (16). El aire comprimido se alimenta a través del filtro (18) al generador de aerosol (2) donde el aire tangencialmente alimentado forma el flujo girado dentro de la cámara de la boquilla (23) y que luego sale fuera a través del orificio de salida (38). En estas condiciones, la velocidad del gas alcanza su máximo cerca del tubo de derivación (26). Mientras a lo largo del gas de eje celular se rarifica a 0,03 mPa, y se forma el flujo de gas posterior. Cuando la alimentación de aire se produce desde un compresor a la cámara de boquilla (23) se deshumidifica al 15-20% de contenido de agua.

[0015] La solución líquida es luego provista a la cámara (23) a través de los tubos de alimentación (30) y el tubo de derivación (26) a una velocidad de aire lineal de 0,15-0,6 m/seg. El flujo de solución se porta por el flujo de gas posterior a la zona con velocidad máxima y es descompuesto por fuerzas centrífugas. Las gotitas de aerosol son así primero deshidratadas. El aerosol generado se extrae con la corriente de aire a través del orificio de salida (38) y dentro del contenedor (24). En estas condiciones, la presión del aire se reduce, lo que causa la expansión de aire y la reducción de la humedad relativa. Así, el líquido atomizado es posteriormente deshidratado, y las gotitas reducen en tamaño. Las boquillas posicionadas por cuerda proporcionan el giro de flujo bifásico dentro del contenedor (24). Como tal, las gotitas dispersas bruscamente se instalan en las paredes del contenedor y la placa y corren hasta el fondo, mientras las gotitas bien dispersas se llevan hacia afuera desde el contenedor por una corriente de aire tangencial.

[0016] El aire alrededor del eje del contenedor es rarificado, atrayendo la corriente de aire seca desde el exterior, lo que causa además la deshidratación del aerosol y un aumento de la concentración de gotitas de aproximadamente 1 μm . Así, la concentración de partículas de 1 μm aumenta. El microaerosol producido entra en una instalación cerrada o en una cámara de prueba. Como el microaerosol que viene es rodeado por el "amortiguador" de aire moviéndose a la misma velocidad, evita la colisión frontal con el aire de la habitación y no se inactiva. Como resultado, el microaerosol electroactivado (MAEAS) preserva la actividad de la solución líquida. El microaerosol producido tiene la capacidad más alta de penetración al mismo tiempo que contiene una gran parte de gotitas de 1 μm y más pequeñas. Los siguientes experimentos demostraron que el microaerosol de la solución electroquímicamente activada producido mediante el Generador VAG (con el aire) era diez veces más eficaz en comparación con los producidos con un generador ultrasónico (sin aire).

[0017] En una forma de realización un atomizador vorticial (VAG) dispone de 4 boquillas neumáticas y pueden operar en 3 regímenes diferentes. La operación del atomizador en el régimen A (con una cubierta cerrada) produce separación doble de gotitas. La operación del atomizador en el régimen B (con una cubierta quitada y con dirección horizontal del chorro de aerosol) produce una separación única de gotitas. La operación del atomizador en el régimen C (con una cubierta quitada y con dirección vertical del chorro de aerosol) no supone la separación de gotitas gruesas. Estos regímenes de operación difieren en la distribución del tamaño de las partículas en el microaerosol y en la productividad del atomizador. El atomizador vorticial también se puede usar en regímenes intermedios debido a los cambios en la orientación de las boquillas y el tamaño de una abertura de salida en la cubierta.

[0018] La Productividad de VAG y el tamaño de gotitas de aerosol como función del régimen de operación de VAG

(valor medio para 3 mediciones separadas)

Régimen	Productividad, ml /min	d_g (μm)	d_{c95} (μm)	d_{mmd} (μm)	d_{m95} (μm)
A	5 $\pm$ 0.1	1.5 $\pm$ 0.1	3.4 $\pm$ 0.2	3.0 $\pm$ 0.2	6.2 $\pm$ 0.3
B	100 $\pm$ 1	1.5 $\pm$ 0.2	3.8 $\pm$ 0.2	3.6 $\pm$ 0.2	8.80 $\pm$ 4
C	360 $\pm$ 2	1.6 $\pm$ 0.3	4.0 $\pm$ 0.4	6.0 $\pm$ 0.5	16.8 $\pm$ 0.8

Donde: d_g es el (diámetro geométrico medio) diámetro mediano de las partículas contado; d_{c95} es el diámetro máximo de las partículas (95% del número total de las partículas); d_{mmd} es el diámetro mediano de masa de las partículas; y d_{m95} es el diámetro máximo de las partículas (95% de las partículas totales por masa).

[0019] Al mismo tiempo que operaba en todos los regímenes, el atomizador vorticial generó un microaerosol bien disperso ($d_{mmd} \leq 6 \mu\text{m}$).

[0020] En una forma de realización de la invención se estudió la eficacia de la descontaminación de las gotitas de este dispositivo contra diferentes células microbianas y esporas aplicándose en cupones. La suspensión celular se depositó en cada cupón pintado con látex 225 cm² en área. Los cupones contaminados fueron secados durante 1 hr. a temperatura ambiente y colocados en la cámara de 109.3 ft³. Luego 100 mL de solución fisiológica o EAS (control) se atomizaron mediante un generador de microaerosol VAG para proporcionar las gotitas de aerosol con $d_{mmd} = 3.2 \mu\text{m}$ en el aire: proporción líquida 6:1. Los datos obtenidos se muestran en la figura 4. Como muestra la figura 4, la MAEAS demostró una buena actividad de descontaminación contra un amplio espectro de bioagentes evaluados, incluyendo células vegetativas y esporas. También demuestra que en algunas aplicaciones diferentes bioagentes requieren volúmenes diferentes de EAS atomizadas y tiempo distinto de contacto con MAEAS para conseguir un alto nivel de descontaminación.

[0021] En otra forma de realización de la invención, se evaluaron la solución electroactivada (EAS) y 1% de solución acuosa de hipoclorito de calcio con el mismo contenido de cloro activo - 0,1 % (por masa) para la eficacia contra células vegetativas Gram negativas de E. coli M17, células vegetativas Gram- positivas de Staphylococcus aureus, y Gram- positivas de Bac. thuringiensis de esporas de la cepa 98.

[0022] Se limpiaron y esterilizaron de forma previa a la contaminación vidrio, algodón, metal, pintura de látex, ladrillo, y superficies de azulejos. El tamaño del cupón era de 225 cm². Las células y la suspensión de esporas se depositaron en los cupones mediante un atomizador neumático generador de un aerosol dispersado de manera gruesa (gotitas de 100-150 μm) para conseguir 10⁶-10⁸ células/esporas/cm². Los cupones con bioagentes fueron secados a RT y a RH 50-60% durante 1 hora y fueron luego colocados dentro de una cámara de aerosol de 109.3 ft³. Luego los descontaminantes o las soluciones fisiológicas fueron atomizados dentro de la cámara a la proporción 5ml/min ($d_{mmd} = 3.2 \mu\text{m}$ en el aire: proporción líquida 6:1) por un tiempo predeterminado.

[0023] Sobre la finalización del experimento los cupones se retiraron de la cámara y se lavaron con solución fisiológica estéril. Las suspensiones lavadas se recogieron de cada cupón y se sometieron a diluciones en serie, colocándose en placas en agar de Hottinger, y las colonias se cultivaron durante toda la noche y fueron enumeradas. Además los siguientes parámetros fueron controlados en el curso de los experimentos: esterilidad del aire en una cámara de prueba exponiendo los platos abiertos de Petri con agar de nutrición durante 15 min. seguidos de incubación de las muestras a 37 $\pm$ 1° C durante 24 horas; esterilización tanto de la solución fisiológica como del agua destilada por sembrado de 0,1 ml de muestras en el agar de nutrición con extensión constante de la solución con una espátula e incubación a 37 $\pm$ 1° C durante 24 horas. Todos los experimentos y controles fueron realizados por triplicado. Los resultados de este experimento se muestran en las figuras 4-6. Como demuestran los resultados expuestos en la tabla 5, la eficacia del método aumenta al mismo tiempo que se reduce el tamaño de las gotitas de MAEAS.

[0024] En la medida en la que los dispositivos producen gotitas más pequeñas tiene una eficacia superior en el método descrito. Estos dispositivos son preferibles en la realización del método de la presente invención. No obstante, en una serie de experimentos se probaron dos tipos diferentes de dispositivos generadores de partículas de mmd~3 μm en el mismo entorno en el que se llevaba a cabo el método de la presente invención. En estos experimentos, se mostró con claridad que el dispositivo VAG expuesto en las figuras 1-3 es más eficaz a la hora de lograr las tareas germicidas expuestas en la presente aplicación. La Figura 7 muestra una comparación en la que la eficacia de descontaminación de la MAEAS generada por generador VAG superaba con mucho a la generada por el generador de Omron (otra tecnología). La mayor diferencia se aprecia en los resultados de exposición del aerosol a corto plazo. Esto sugiere una influencia correlativa positiva de las propiedades de las gotitas de aerosol producidas por el Generador VAG (por ejemplo radicales libres super reactivos en la desecación de gotitas).

[0025] Basándose en los datos obtenidos, la máxima actividad de descontaminación de la MAEAS ocurrió cuando la proporción de EAS en aire/líquido (por peso) fue 8:1 y el exceso de presión de aire de entrada - 0,2 MPa. Además,

otros factores como la orientación de las boquillas, el tiempo que el material se encontró en el contenedor, y otros factores tuvieron efecto sobre la eficacia del método de descontaminación. Los ejemplos preferibles se muestran en las figuras unidas 8-10.

[0026] La Figura 8 muestra los resultados del análisis de eficacia de la descontaminación basado en la alteración de varias características del generador de aerosol. La Figura 9 muestra el efecto de la posición y orientación de las boquillas en el contenedor sobre la producción y el tamaño de las partículas emitidas a partir del dispositivo. La Figura 10 muestra el cambio de la concentración (por masa) de las gotitas de MA (mmd > 1 μm) durante el tiempo que los restos de MA dentro de la cámara tras el líquido fueron atomizados. Esta tabla refleja el análisis donde la solución electroactivada etiquetada con uranina (EAS) fue atomizada dentro de la cámara de prueba (dmmd = 3.6 μm). Una vez se terminó la atomización, se tomaron periódicamente las muestras de aire de una cámara con dispositivos de micro-ciclón y se analizó la concentración de las partículas de aerosol > 1 μm . La concentración de las partículas inmediatamente después de la atomización de la EAS fue designada como 100 unidades relativas. Durante 4 horas tras la atomización de la EAS la concentración de gotitas de MA > 1 μm disminuyó de 100 a una unidad relativa.

[0027] Las figuras 11-12 representan los datos de la efectividad de descontaminación de las MAEAS tras pulsar la generación de aerosol en la cámara hermética. Como resulta evidente a partir de los datos, las gotitas de las MAEAS son capaces de penetrar en las placas de Petri cerradas e inactivar las esporas depositadas en los cupones. Las gotitas de MAEAS retienen la actividad de descontaminación, 4 horas después de la atomización de la EAS. Cuando la concentración de partículas de la MAEAS > 1 μm disminuyó a una unidad relativa, existía todavía una alta efectividad de descontaminación de la "atmósfera de la cámara". Así, la MAEAS conservó su actividad de descontaminación al menos durante 4 horas después de la atomización a diferencia de los aerosoles producidos por dispositivos análogos, lo cual puede preservar la eficacia por no más tiempo de 30-40 min. Esto se vio además respaldado cuando se aplicó a esporas como se describe en los datos encontrados en la figura 12 y la figura 13.

[0028] Como resulta evidente en los datos, tras la deposición o desecación de las gotitas de aerosol de $\geq 1 \mu\text{m}$ y de mayor tamaño, la "atmósfera de la cámara" conservó todavía su alta actividad bactericida. Como resulta evidente a partir de los datos, la actividad bactericida de la MAEAS se mantuvo alta durante al menos 4 horas tras la atomización, incluso cuando casi todas las gotitas de aerosol > 1 μm fueron depositadas o disecadas. Se puede especular que este efecto resultó de la deshidratación de las gotitas de la MAEAS en el flujo de aire y de un aumento de la concentración de gotitas bien dispersas en la atmósfera de cámara, las cuales poseen alta actividad biocida debido a la formación de radicales libres super reactivos.

[0029] El método de la presente invención se demostró en una variedad de tipos de superficies y materiales y mostró propiedades biocidas eficaces en cada una de ellos. Las tablas 14 y 15 demuestran un alta efectividad de descontaminación de la MAEAS contra células microbianas, esporas y virus depositados en varios materiales. La MAEAS preserva la eficacia biocida durante al menos 4 horas y se aplica en la descontaminación de diferentes materiales, incluyendo telas fibrosas, filtros de aire acondicionado, etc. en cada una de estas situaciones y hechos se mostraron las eficaces propiedades biocidas. Ver figuras 14-15.

[0030] La eficacia de descontaminación de la MAEAS podría aumentarse por la modificación de la EAS con iones diferentes. La Figura 16 demuestra el efecto positivo de añadir FeSO_4 a cloruro sódico para la producción de MAEAS. La Figura 16 muestra la eficacia añadida que puede obtenerse mediante la inclusión de Fe^{2+} , un conocido material creador de radicales libres, en la solución electroactivada. Esto además intensifica la proposición de la presente invención de utilizar radicales libres como mecanismo para descontaminación.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para desinfectar un área cerrada, comprendiendo un microaerosol que contiene radicales libres, siendo producido dicho microaerosol a partir de una solución activada electroquímicamente (EAS) y teniendo gotitas de $\leq 10 \mu\text{m}$;
un generador de aerosol (2) que comprende un contenedor generalmente cilíndrico (24) con una pared circunvalante que define una cámara, dicha cámara estando configurada para recibir una cantidad preseleccionada de la solución operativa en la misma,
teniendo dicho generador al menos una boquilla eyectora (22) situada dentro de dicha cámara por encima de dicha solución operativa, de modo que dirige el flujo de aerosol generado hacia la pared circunvalante, **caracterizado por el hecho de que**
la boquilla eyectora (22) se configura para girar en dirección generalmente horizontal,
la boquilla eyectora (22) se compone de una cámara de boquilla cilíndrica (23) con conductos tangenciales (25) para el suministro de aire y un orificio de salida (38); y la boquilla eyectora (22) comprende un tubo de derivación para el suministro de líquido (26) coaxial al orificio de salida (38).
2. Sistema según la reivindicación 1 que comprende además una placa deflectora generalmente dispuesta en horizontal situada dentro de dicho contenedor por encima de dicha solución operativa.
3. Sistema según la reivindicación 1 donde el dispositivo comprende entre 1 y 6 boquillas eyectoras.
4. Sistema según la reivindicación 1 donde la boquilla eyectora comprende una cámara de la boquilla para mezclar un líquido a ser atomizado con la corriente de aire, dirigido tangencialmente a la pared de la cámara de la boquilla.
5. Método para la desinfección de un área cerrada usando un sistema según la reivindicación 1, comprendiendo la inyección de un microaerosol que contiene radicales libres en dicha área cerrada, teniendo dicho microaerosol gotitas $\leq 10 \mu\text{m}$ y donde el microaerosol se produce a partir de una solución activada electroquímicamente (EAS).
6. Método según la reivindicación 5 donde el microaerosol producido de la EAS y la mezcla de aire tiene un aire: proporción de la EAS de entre 1-10:1 (por masa).
7. Método según la reivindicación 5 donde la mezcla es atomizada mediante la boquilla eyectora con la posterior separación de las partículas bruscamente dispersas.
8. Método según la reivindicación 5 donde la solución activada electroquímicamente incluye cloruro sódico.
9. Método según la reivindicación 8 donde dicha solución de cloruro sódico tiene una concentración inferior a 5,0 g/l.
10. Método según la reivindicación 5 donde dicha área cerrada tiene un volumen mayor de 5 litros.

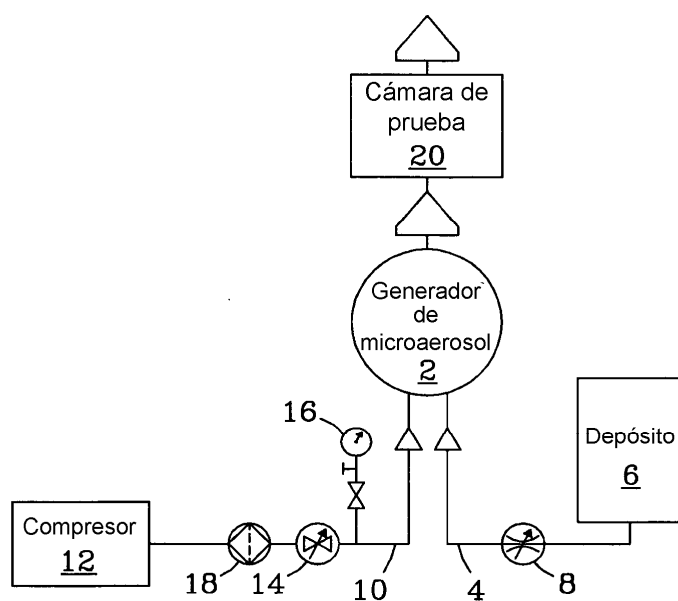


Fig. 1

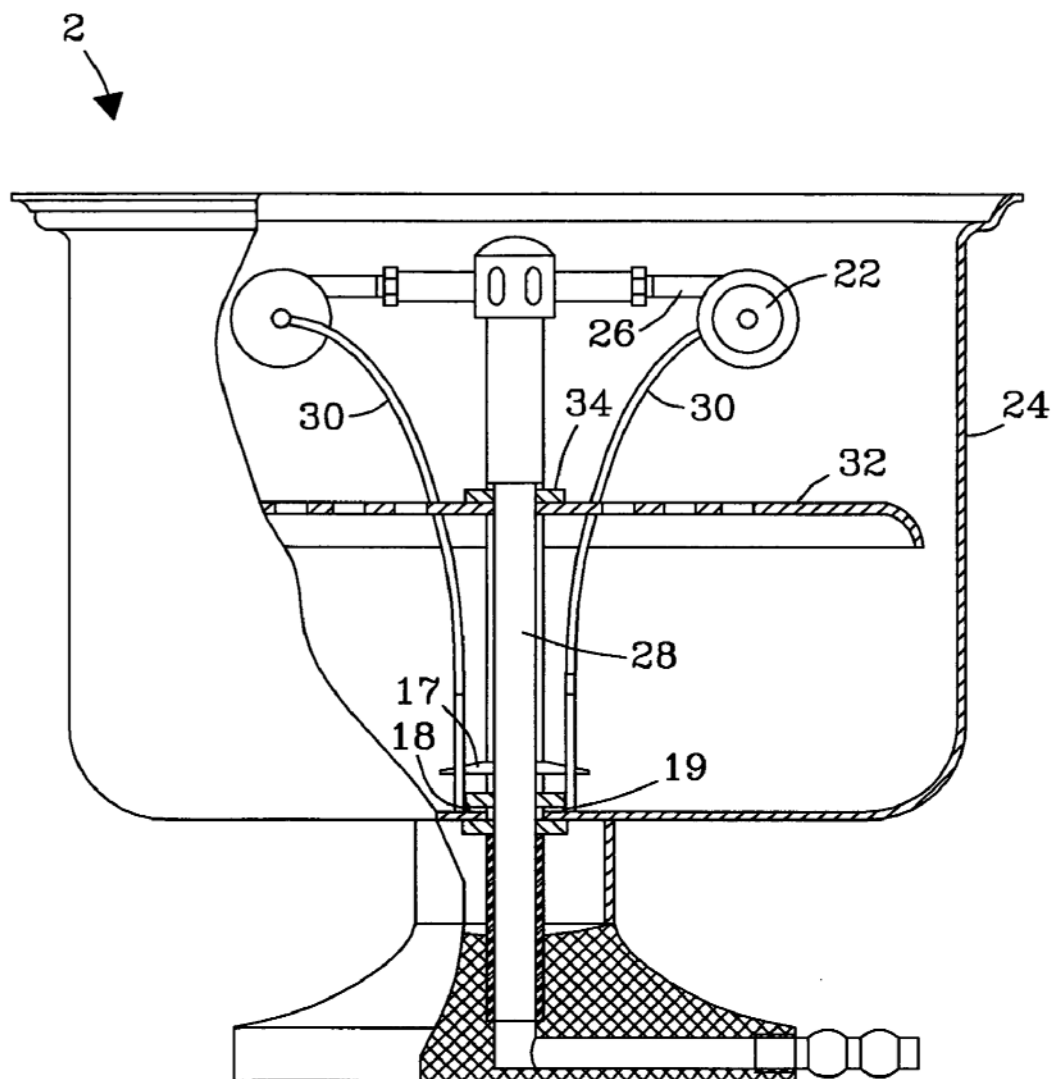


Fig. 2

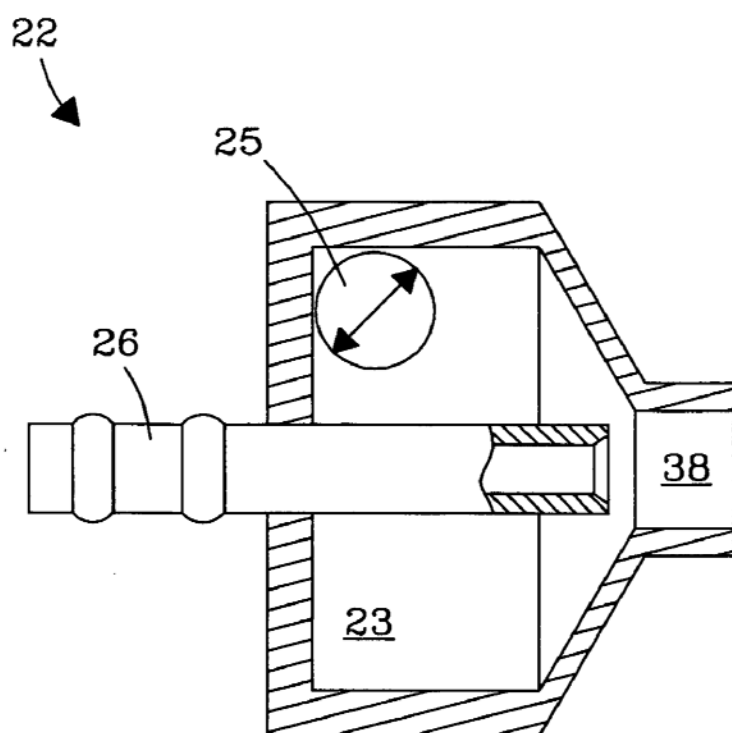


Fig. 3

Concentración de bioagentes, UFC/cm ²	Solución atomizada, mL	Concentración de bioagentes restantes en los cupones, UFC/cm ²				
		Tiempo de contacto con la MAEAS, min				
		1	5	10	15	30
E.coli 2x10 ⁵	EAS, 15	1x10 ⁵	5x10 ³	8	6	5
	EAS, 50	8x10 ³	3	0	0	0
	EAS, 75	3x10 ²	0	0	0	0
	Solución fis. 75	2.3x10 ⁶	1.5x10 ⁶	2.4x10 ⁶	2.2x10 ⁶	1.9x10 ⁶
Acinetobacter baumannii 1x10 ⁶	EAS, 150	1	0	0		0
	Solución fis. 150	1.3x10 ⁶	1.0x10 ⁶	1.2x10 ⁶		1.1x10 ⁶
Esporas de B.t 8x10 ⁶	EAS, 150	3.5x10 ⁵	9x10 ³	2x10 ²	0	0
	Solución fis. 150	7.8x10 ⁶	8.1x10 ⁶			8.0x10 ⁶
Staphylococcus aureus 4x10 ⁶	EAS, 100	2	0	0	0	0
	Solución fis. 100	4.5x10 ⁶	4.2x10 ⁶			3.9x10 ⁶

Fig. 4

Solución atomizada	Material	Concentración de bioagentes en un cupón, Log UFC/cm ²	Volumen de atomización	Concentración restante de bioagentes, Log UFC/cm ²				
				Tiempo de contacto de los cupones con MA, min				
				5	10	15	20	30
EAS	Metal	E.coli – 8.0	50	6.2	1.3	0.3	0	
Hipoclorito de calcio			50	7.7	6.3	5.2	3.8	
Solución fís.			50	8.0	8.0	8.0	8.0	7.8
EAS	Pintura de látex	Esporas de B.t. – 5.8	150		2.6		1.2	0.3
Hipoclorito de calcio			150		5.1		4.6	4.3
Solución fís.			150		5.8		5.8	5.8
EAS	Cristal	Esporas de B.t. – 6,8	150		2.6		1.3	0.3
Hipoclorito de calcio			150		5.3		4.3	4.1
Solución fís.			150		6.8		6.8	6.8
EAS	Ladrillo	Esporas de B.t. – 4.4	300	2.2		1.6		0.5
Hipoclorito de calcio			300	3.1		3.0		2.8
Solución fís.			300	4.4		4.4		4.4
EAS	Algodón	Esporas de B.t. – 6,0	300	4.0		3.5		3.1
Hipoclorito de calcio			300	4.8		4.8		4.9
Solución fís.			300	6.0		6.0		6.0
EAS	Azulejo	St.aureus – 4.8	100			2.2		0
Solución fís.			100	4.8	4.8		4.8	4.8

Fig. 5

Concentración inicial de células microbianas, UFC/cm ²	Solución atomizada	Tamaño de las partículas de aerosol, d _{mmid} , µm	Concentración de bioagentes después de 10 min de contacto con MA, UFC/cm ²
E.coli 7.0x10 ⁵	Solución fís.	3.2	1.0x10 ⁵
	EAS		0
Esporas de B.t. 1.4x10 ⁹	Solución fís.		1.2x10 ⁵
	EAS		1.3x10 ²
E.coli 7.0x10 ⁵	Solución fís.	39.5	1.2x10 ⁵
	EAS		4.1x10 ²
Esporas de B.t. 1.4x10 ⁹	Solución fís.		1.3x10 ⁵
	EAS		4.3x10 ³

Fig. 6

Concentración de bioagentes en el cupón o presentes en el aire (contados) UFC /cm ²	Solución atomizada, mL	Generador de aerosol	Absorbidos en los cupones o presentes en el aire	Concentración de células tras contacto con MAEAS, UFC/cm ² o UFC/m ³			
				Tiempo de exposición, min			
				5	10	20	30
E.coli 1.1x10 ⁶	Solución fisiológica, 50	VAG	Madera pintada con látex	1x10 ⁶	1x10 ⁶	1x10 ⁶	1x10 ⁶
	EAS, 50	VAG		1x10 ³	0	0	0
	EAS, 50	Omron		1x10 ⁴	8x10 ³	31	1
E.coli 1.3x10 ⁴	Solución fisiológica, 50	VAG	Algodón	1x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁴	1x10 ⁴
	EAS, 75	VAG		10	0	0	0
	EAS, 75	Omron		5x10 ²	1x10 ²	6	6
Esporas de B.t. 8.0x10 ³	Solución fisiológica, 50	VAG	Pintado con látex	8x10 ³	8x10 ³	8x10 ³	8x10 ³
	EAS, 150	VAG		8	0	0	0
	EAS, 150	Omron		1x10 ³	4x10 ²	1x10 ²	1x10 ²
E.coli 1.0x10 ⁸ UFC/m ³	Solución fisiológica, 50	VAG	Presencia en el aire	1x10 ⁸	5x10 ⁸	1x10 ⁸	
	EAS, 5	VAG		0	0	0	0
	EAS, 5	Omron		5x10 ⁶	6x10 ⁴	0	0

Fig. 7

Exceso de presión de entrada de aire	0.05	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20
Consumo de aire, L/min	120	180	240	180	240	240
Consumo de EAS en líquido, mL/min	20	29	40	50	50	104
Proporción de EAS en aire/líquido (por peso)	8	8	8	10	6	3
d_{mmd} de MAEAS	4.5	3.8	3.3	4.2	3.5	8.1
Concentración de esporas de <i>B. cereus</i> , UFC/cm ²	2.3×10^4	5.1×10^3	6.1×10^2	4.2×10^3	1.5×10^3	2.0×10^4

Fig. 8

Orientación de la boquilla			Resultados de la prueba	
Distancia de la pared del contenedor, mm	Inclinación del ángulo respecto a la horizontal, °	Número calculado de vueltas del flujo de aerosol en una lata	Productividad, mL/min	d_{mmd} , µm
30	+90	0	96	10.2
30	+30	0.5	69	6.2
30	+20	1.0	61	4.9
30	+10	2.0	53	4.7
30	0	>2	46	4.5
30	-20	>2	44	4.3
16	0	>2	40	3.8

Fig. 9

Tiempo tras generación de MA fluorescentes, min	0	30	60	90	120	150	180	210	240
Concentración dentro de la cámara de partículas > 1 µm de MA, unidades relativas	100	75	55	40	28	18	9	4	1

Fig. 10

Concenrración de B.cereus en cupones de cristal, UFC/cm ²	Concentración dentro de la cámara de partículas de MAEAS > 1 µm unidades relativas	Tiempo que los cupones quedaron en contacto con MAEAS, hrs	Concentración de esporas de B.cereus restantes en cristal de los cupones, UFC / cm ²
En plato de Petri abierto 1x10 ⁶	100	3	0
En plato de Petri cerrado 1x10 ⁶	100	3	1x10 ⁴

Fig. 11

Concentración de esporas de <i>B.cereus</i> en cupones de cristal, UFC/cm ²	Concentración inicial dentro de la cámara de partículas de MAEAS > 1 µm unidades relativas	Tiempo que los cupones permanecieron en contacto con la MAEAS, hrs	Concentración dentro de la cámara de partículas de MAEAS > 1 µm tras 3 horas, unidades relativas	Concentración de esporas de <i>B.cereus</i> restantes en los cupones de cristal, UFC/cm ²
1x10 ⁶	100	3	9	0
1x10 ⁴	9	1	1	2x10 ³
1x10 ⁴	9	20	0	0

Fig. 12

Concentración dentro de la cámara de partículas de la MAEAS > 1 µm, unidades relativas	Concentración de esporas de <i>B.cereus</i> presentes en el aire dispersas dentro de la cámara, UFC/L	Tiempo que las esporas presentes en el aire permanecieron en contacto con la MAEAS, min	Concentración de esporas presentes en el aire tras contacto con la MAEAS, UFC/L
100	4x10 ³	10	0
55	4x10 ³	10	0
28	4x10 ³	10	0
9	4x10 ³	10	0
1	4x10 ³	10	2.4x10 ³
1	4x10 ³	20	0

Fig. 13

Material examinado	Concentración inicial de bioagentes en el cupón, UFC/cm ²	Volumen de la EAS atomizada o solución fís. ml	Tiempo de contacto de los bioagentes con MA, min	Concentración de bioagentes tras el contacto con el MA, UFC/cm ²	
				MAEAS	MA de solución fís.
Algodón	E.coli, 7,0x10 ⁵	100	11	0	3.3x10 ⁵
Algodón	St.aureus, 4.0x10 ⁶	900	20	0	5.2x10 ⁵
Algodón	Acinetobacter baumannii 1.4x10 ⁸	450	15	0	3.5x10 ⁷
Tejido sintético	Acinetobacter baumannii 1.4x10 ⁸	900	20	0	9.5x10 ⁷
Tul sintético	Acinetobacter baumannii 1.4x10 ⁸	900	20	0	5.0x10 ⁷
Algodón	Esporas de B. cereus 6,4x10 ⁵	1350	25	0	6.3x10 ⁵
Filtro de aire de poliéster	Esporas de B. cereus 6,4x10 ⁵	1350	25	0	1.8x10 ⁵
Azulejo	E.coli, 7,0x10 ⁵	100	11	0	1.3x10 ⁴
Azulejo	St.aureus, 4.0x10 ⁶	200	22	0	2.0x10 ⁵
Azulejo	Acinetobacter baumannii 1.4x10 ⁸	150	12	0	4.6x10 ⁷

Fig. 14

Título de los virus en cupones de cristal o presentes en el aire, $LgEID_{50}$ (0,2 ml)/cm ² /L	Volumen de EAS atomizada o solución fís., ml	Tiempo de contacto de los virus con el MA, min	Título del virus tras el contacto con MAEAS, $LgEID_{50}$ (0,2 ml)/cm ² /L	Título del virus tras el contacto con MA de solución fís. $LgEID_{50}$ (0,2 ml)/cm ² /L
7.0±0.5 en cupón	5	11	4.3±0.5	6.5±0.7
7.0±0.5 en cupón	15	13	2.5±0.5	6.7±0.6
7.0±0.5 en cupón	50	20	0.2±0.4	6.3±0.7
6.5±0.5 presente en el aire	5	6	0	6.3±0.5
6.5±0.5 presente en el aire	5	11	0	6.0±0.6
6.5±0.5 presente en el aire	5	16	0	6.3±0.6

Fig. 15

Composición atomizada	E.coli presente en el aire, Log UFC/L			
	Tiempo de contacto con el MA, min			
	0	1	3	6
EAS preparado de 1% NaCl	5.0	1.0	0.3	0
EAS preparado de 1% NaCl+1x10 ⁻⁵ % FeSO ₄	5.0	0	0	0
Solución fís.	5.0	5.0	4.9	4.8

Fig. 16