(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 811 360**

(51) Int. CI.:

A23L 3/28 (2006.01)
A61L 2/10 (2006.01)
A61L 2/24 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2015 E 18152537 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3335573**

(54) Título: **Métodos de desinfección de habitaciones y espacios utilizando luz pulsada**

(30) Prioridad:

18.09.2014 US 201462052036 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2021

(73) Titular/es:

XENEX DISINFECTION SERVICES INC. (100.0%)
121 Interpark Boulevard, Suite 104
San Antonio, TX 78216, US

(72) Inventor/es:

STIBICH, MARK;
DALE, CHARLES;
GUERRERO, EDWARD C. JR.;
FROUTAN, PAUL;
SIMMONS, SARAH E. y
CIORNEIU, BORIS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Métodos de desinfección de habitaciones y espacios utilizando luz pulsada

Antecedentes

Campo de la invención

Esta invención generalmente se refiere a métodos que utilizan sistemas de desinfección por luz y, más específicamente a métodos que utilizan luz pulsada con flujo de potencia modulada.

Descripción de la técnica relacionada

Las fuentes de luz pulsada se utilizan en una variedad de aplicaciones para generar pulsos recurrentes de luz ultravioleta (UV). Los ejemplos de aplicaciones incluyen, entre otros, el curado de polímeros, la esterilización de alimentos, la desinfección de líquidos y objetos y la descontaminación de las habitaciones/zonas. La desinfección de zonas/habitaciones en particular, se está convirtiendo cada vez más en una aplicación de interés, ya que se ha demostrado que la luz ultravioleta pulsada reduce significativamente el número de microorganismos patógenos en una zona/habitación en un corto período de tiempo. En particular, se ha demostrado que la luz UV pulsada desactiva y, en algunos casos, mata microorganismos en objetos y superficies en una habitación/zona a distancias de aproximadamente 3 metros de una fuente de luz UV, en función de factores tales como la reflectividad y la complejidad de los objetos en la habitación. Además, se ha demostrado que la luz ultravioleta pulsada reduce la cantidad de microorganismos patógenos dentro de una habitación/zona a un nivel considerado mucho menos dañino para la salud humana en menos de aproximadamente 5 minutos. Ejemplos de aplicaciones de desinfección de zonas/habitaciones son las utilizadas en hospitales y las utilizadas en operaciones agrícolas, tales como la cría de animales y/o la ganadería.

Muchos estudios sugieren que la eficacia germicida para la desactivación de microorganismos se debe principalmente a la dosis de radiación electromagnética ultravioleta subtipo C (UVC) aplicada, así como a la eficacia del subtipo de radiación electromagnética ultravioleta B (UVB), o a la dosis de energía dentro de las longitudes de onda de 200 y 320 nanómetros. Esta eficacia se determina midiendo el rendimiento cuántico o el número de acciones germicidas que tienen lugar por fotón incidente que llega a un microorganismo. Los usos convencionales de la luz ultravioleta pulsada para la higienización por UV de los alimentos generalmente se basan en un alto nivel de potencia por pulso para maximizar la dosis de UVC, específicamente de modo que la luz ultravioleta pueda penetrar en las grietas o poros de la superficie de un alimento. Los procesos de curado y sinterización por UV también utilizan un nivel relativamente alto de potencia por pulso para maximizar la dosis de UV. En otras aplicaciones que utilizan luz ultravioleta pulsada para desactivar microorganismos, tales como la desinfección de aguas residuales, se puede usar una potencia de pulso relativamente baja, pero a una frecuencia relativamente alta para maximizar la dosis de UVC durante un período de tiempo determinado. En particular, se sabe que la potencia del pulso y la frecuencia del pulso tienen un efecto sobre la dosis de UVC (sin embargo, no necesariamente un efecto proporcional), pero tienen una relación inversa entre sí (es decir, cuanto mayor es la potencia por pulso, menor es la frecuencia de pulso y viceversa) y, por lo tanto, cada uno puede variar según las necesidades de la aplicación.

Sin embargo, las aplicaciones de desinfección de zonas/habitaciones que utilizan luz UV de pulso ocasionan límites para los que se pueden optimizar la potencia y la frecuencia del pulso. En particular, los procesos de desinfección de zonas/habitaciones difieren de otros procesos de luz UV pulsada (por ejemplo, procesos de curado, sinterización, higienización de alimentos y tratamiento de aguas residuales) en que la luz UV debe transmitirse a una distancia relativamente larga (por ejemplo, hasta 3 metros desde una fuente de UV). Debido a la ley del cuadrado inverso de la distancia, las aplicaciones convencionales de desinfección de zonas/habitaciones que utilizan luz ultravioleta pulsada generalmente se limitan a usar un nivel relativamente alto de potencia por pulso para asegurar que se transmita una dosis suficiente de UVC a través de una habitación/zona. Para maximizar la dosis de UVC generada, las aplicaciones de desinfección de zonas/habitaciones convencionales que utilizan luz UV de pulsos utilizan una frecuencia de pulso relativamente baja (por ejemplo, menos de aproximadamente 2 Hz). A pesar del compromiso de una frecuencia de pulso relativamente baja, un dispositivo de desinfección de zonas/habitaciones que utiliza luz UV de pulsos puede estar limitado en el nivel de potencia que puede generar para un pulso debido a las limitaciones de tamaño del dispositivo. En particular, a menudo se prefiere que los dispositivos de desinfección de zonas/habitaciones sean fácilmente portátiles de modo que puedan trasladarse a varias habitaciones de un edificio y, por lo tanto, el tamaño de la lámpara pulsada y de la fuente de alimentación utilizada para operarla pueda ser limitado. Otras aplicaciones de UV pulsada (p. ej., procesos de curado, sinterización, higienización de alimentos y tratamiento de aguas residuales) generalmente no están diseñadas para la portabilidad y, por lo tanto, a menudo no están limitadas en la cantidad de luz UV que pueden generar.

Además, las aplicaciones convencionales de desinfección de zonas/habitaciones que utilizan luz UV de pulsos generalmente están limitadas a frecuencias inferiores a 2 Hz para evitar que la frecuencia del pulso pueda inducir convulsiones (cuyo rango generalmente se considera que es de 3-60 Hz). En particular, aunque la desinfección de zonas/habitaciones utilizando luz UV pulsada se realiza típicamente mediante un dispositivo automatizado en una habitación/zona desocupada para limitar o prevenir la exposición a la luz UV, algunas habitaciones/zonas pueden no

bloquear la luz visible generada por el dispositivo de desinfección. Para limitar la exposición a la intensidad y/o a la frecuencia de pulso de la luz pulsada, a menudo se utilizan medidas para proteger la transmisión de la luz visible desde la habitación/zona, tales como bloquear las ventanas de una habitación o cubrir los espacios en la parte superior y/o inferior de un separador de ambientes. Sin embargo, tales medidas de protección pueden no bloquear toda la luz de todas las zonas/habitaciones y, por lo tanto, la frecuencia de pulso de un dispositivo de desinfección de zonas/habitaciones que utiliza luz UV pulsada generalmente puede estar limitada a 2 Hz o menos por razones de seguridad.

En vista del conocimiento general de que la eficacia germicida de la luz ultravioleta pulsada depende principalmente de la dosis total de UVC y de las restricciones antes mencionadas de los dispositivos de desinfección de zonas/habitaciones que usan luz UV de pulsos, la eficiencia y eficacia de los dispositivos convencionales de desinfección de zonas/habitaciones que utilizan luz UV de pulsos ha sido limitada. En consecuencia, sería beneficioso desarrollar métodos y sistemas para aumentar la eficiencia y la eficacia de los dispositivos de desinfección de zonas/habitaciones que utilizan luz ultravioleta pulsada.

El documento US 2006/216193 A1 describe una herramienta de combinación para limpiar y sanitizar una superficie. La herramienta incluye un dispositivo de limpieza y al menos una unidad de destellos UV. El dispositivo de limpieza se puede adaptar para o bien humedecer o bien limpiar. La herramienta de combinación puede incluir también una unidad dispensadora que puede dispensar un agente de tratamiento. La herramienta puede incluir también un sensor que puede detectar propiedades superficiales. En algunas disposiciones, la herramienta incluye un componente de movimiento que puede propulsar la herramienta robóticamente.

Compendio

La siguiente descripción de diversas disposiciones de aparatos no debe interpretarse de ninguna manera como limitante del asunto de las reivindicaciones adjuntas. En lugar de eso, las reivindicaciones definen el alcance de la invención.

Las realizaciones de un método para reducir la contaminación bacteriana en superficies en un espacio cerrado que es adecuado para la ocupación humana que incluye generar pulsos de luz a una frecuencia mayor de aproximadamente 20 Hz a partir de una fuente de luz germicida de un aparato de desinfección que está dispuesto en el espacio cerrado que es adecuado para la ocupación humana y proyectar los pulsos de luz a las superficies en el espacio cerrado al menos a 1,0 m del aparato de desinfección. Los pulsos de luz generados por la fuente de luz germicida comprenden una duración de pulso y un flujo de energía suficientes para generar un flujo de potencia entre aproximadamente 200 W/m^2 y aproximadamente 5000 W/m^2 de luz ultravioleta en el intervalo de longitud de onda entre 200 nm y 320 nm sobre las superficies. Una disposición de un aparato para realizar dicho método incluye una fuente de luz germicida dispuesta dentro del aparato de tal manera que la luz germicida generada a partir de la fuente de luz germicida se proyecta fuera del aparato. El aparato incluye además circuitos configurados para generar pulsos de luz desde la fuente de luz germicida a una frecuencia mayor de aproximadamente 20 Hz.

Otros métodos discutidos en la presente memoria para desinfectar superficies incluyen generar pulsos de luz desde una fuente de luz germicida, en donde los pulsos de luz de la fuente de luz germicida comprenden luz germicida y luz visible y generar pulsos de luz desde una fuente de luz visible que es distinta de la fuente de luz germicida. Las proyecciones de luz visible desde la fuente de luz visible y las proyecciones de luz visible desde la fuente de luz germicida producen un flujo continuo de luz visible o un flujo conjunto de luz visible pulsada a una frecuencia mayor de 60 Hz. Una disposición de un aparato de desinfección para realizar dicho método incluye una fuente de luz germicida configurada para emitir luz germicida y circuitos de luz visible y pulso configurados para generar pulsos de luz desde la fuente de luz germicida a una frecuencia determinada. El aparato incluye además una lámpara de luz visible distinta de la fuente de luz germicida pulsada y circuitos adicionales configurados para hacer que la lámpara de luz visible genere luz.

Breve descripción de los dibujos

Otros objetos y ventajas de la invención serán evidentes al leer la siguiente descripción detallada y al hacer referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la fig. 1 ilustra un ejemplo de un dispositivo de desinfección de habitaciones/zonas;

la fig. 2 ilustra un ejemplo de un sistema de refrigeración que puede usarse para las fuentes de luz de los aparatos descritos en la presente memoria;

la fig. 3 ilustra un ejemplo de un dispositivo de desinfección de habitaciones/zonas diferente;

las figs. 4 y 5 ilustra ejemplos de espacios cerrados;

la fig. 6 ilustra los intervalos objetivo de flujo de energía y de flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm para una superficie de lámpara y a distancias de 1,0, 2,0 y 3,0 metros de la lámpara;

la fig. 7 ilustra un gráfico que muestra la eficacia de la desinfección de cinco frecuencias de tensión de disparo diferentes a lo largo del tiempo sobre una superficie a aproximadamente 2 metros de una fuente de luz germicida pulsada;

la fig. 8 ilustra un ejemplo de un aparato que tiene una fuente de luz germicida y una fuente de luz visible separada; y

la fig. 9 ilustra un diagrama de opciones para generar luz en cada una de las fuentes de luz del aparato representado en la fig. 8.

Si bien la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, se muestran realizaciones específicas de la misma a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle en la presente memoria. Sin embargo, debe entenderse que los dibujos y la descripción detallada de los mismos no pretenden limitar la invención a la forma particular descrita, sino que, por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones que caigan dentro del alcance de la presente invención según se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

Se proporcionan métodos y aparatos para desinfectar superficies que generan pulsos de luz a partir de fuentes de luz germicidas a una frecuencia superior a aproximadamente 3 Hz. En particular, se proporcionan métodos y aparatos que generan pulsos de luz ultravioleta a una frecuencia mayor de aproximadamente 20 Hz con un flujo de potencia significativamente menor que los pulsos de luz generados a partir de aparatos de desinfección convencionales. Dichos métodos y aparatos se describen con más detalle a continuación en referencia a las figs. 1-7. Además, se proporcionan métodos y aparatos que generan pulsos de luz que incluyen luz ultravioleta y luz visible desde una lámpara a una frecuencia entre aproximadamente 3 Hz y aproximadamente 60 Hz y que emiten además luz visible desde una lámpara separada para asegurar que la luz visible emitida por las dos lámparas produce un flujo continuo de luz visible o un flujo continuo de luz visible pulsada a una frecuencia mayor de 50 Hz. Dichos métodos y aparatos se describen con más detalle a continuación en referencia a las figs. 8 y 9. Como se expondrá con más detalle a continuación, los aparatos y componentes descritos en la presente memoria no se limitan a las representaciones en los dibujos. Se pueden considerar varias otras configuraciones de aparatos y componentes. Además, se observa que los dibujos no están necesariamente dibujados a escala.

Cada uno de los métodos y aparatos descritos en la presente memoria incluye el uso de una fuente de luz germicida. El término "fuente de luz germicida" según se usa en la presente memoria se refiere a una fuente de luz diseñada para generar y emitir luz germicida, es decir, luz que es capaz de desactivar o matar microorganismos, particularmente microorganismos portadores de enfermedades y/o microorganismos productores de enfermedades (también conocidos como gérmenes). El término "matar", según se usa en la presente memoria, significa causar la muerte de un organismo. El término "desactivar", según se usa en la presente memoria, significa hacer a un organismo incapaz de reproducirse sin matarlo. Las fuentes de luz germicida consideradas para los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden configurarse para generar cualquier tipo de luz germicida. Las gamas de luz que se sabe que son germicidas incluyen la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm y la luz azul violeta visible (también conocida como luz de espectro estrecho de alta intensidad (HINS)) entre aproximadamente 400 nm y aproximadamente 470 nm. Los ejemplos de fuentes de luz germicidas que pueden configurarse para generar luz ultravioleta y/o luz HINS incluyen lámparas de descarga, dispositivos de estado sólido o diodos emisores de luz (LED) y láseres excímer. Las lámparas HINS generalmente están construidas con LED. En algunos casos, las fuentes de luz germicidas consideradas para los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden ser policromáticas porque generan luz de más de una longitud de onda. En algunas disposiciones adicionales, las fuentes de luz germicidas consideradas para los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden generar luz que no es germicida, tal como, pero sin limitarse a, la luz visible, pero tal capacidad no impedirá que la referencia de las fuentes de luz sea germicida.

En cualquier caso, las fuentes de luz germicidas consideradas para los aparatos descritos en la presente memoria pueden ser de cualquier tamaño y forma, en función de las especificaciones de diseño de los aparatos. Las lámparas que tienen superficies exteriores entre aproximadamente 50 cm^2 y aproximadamente 250 cm^2 pueden ser particularmente apropiadas para los métodos y aparatos descritos en la presente memoria, ya que están dirigidas a procesos de desinfección de habitaciones/zonas, pero pueden usarse lámparas con superficies exteriores más pequeñas o más grandes.

Como se señaló anteriormente, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria generan pulsos recurrentes de luz de fuentes de luz germicidas a frecuencias superiores a aproximadamente 3 Hz. Como tales, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria incluyen configuraciones mediante las cuales generar pulsos de luz a partir de fuentes de luz germicidas. Por ejemplo, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden utilizar una fuente de luz germicida pulsada y circuitos adecuados para disparar una cantidad almacenada de energía eléctrica durante una duración de pulso determinada a la fuente de luz germicida pulsada. Un ejemplo de un aparato con tal configuración de componentes se describe con más detalle a continuación en referencia a la fig. 1. El término "fuente de luz germicida pulsada", según se usa en la presente memoria, se refiere a una lámpara que está diseñada para únicamente generar y emitir pulsos recurrentes de luz germicida (es decir, no puede generar y emitir flujos continuos de luz germicida). Dichas lámparas difieren de las "fuentes de luz germicida continua" que están configuradas para

generar y emitir flujos continuos de luz germicida al aplicar corriente continua a la misma. En algunos casos, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden utilizar una fuente de luz germicida continua y circuitos adecuados para encender y apagar la fuente de luz germicida continua a una frecuencia determinada de modo que la fuente de luz germicida continua pueda generar y emitir pulsos recurrentes de luz germicida. Un ejemplo de un aparato con dicha configuración de componentes se describe con más detalle a continuación con referencia a la fig. 3. Para acomodar ambos tipos de fuentes de luz de los métodos y aparatos descritos en la presente memoria, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden denominarse métodos, aparatos, dispositivos o sistemas que generan pulsos recurrentes de luz germicida.

Como se señaló anteriormente, los ejemplos de fuentes de luz germicida que pueden configurarse para generar luz ultravioleta y/o luz HINS incluyen las lámparas de descarga. Una lámpara de descarga, según se utiliza en la presente memoria, se refiere a una lámpara que genera luz por medio de una descarga eléctrica interna entre electrodos en un gas. El término abarca lámparas de descarga de gas, que generan luz al enviar una descarga eléctrica a través de un gas ionizado (es decir, un plasma). El término también abarca lámparas de descarga de superficie, que generan luz al enviar una descarga eléctrica a lo largo de una superficie de un sustrato dieléctrico en presencia de un gas, produciendo un plasma a lo largo de la superficie del sustrato. Como tales, las lámparas de descarga que pueden considerarse para las fuentes de luz germicidas descritas en la presente memoria pueden incluir lámparas de descarga de gas, así como lámparas de descarga de superficie. Las lámparas de descarga se pueden caracterizar además por el tipo de gas empleado y la presión a la que funcionan. Las lámparas de descarga que pueden considerarse para los métodos y aparatos descritos en la presente memoria incluyen las de baja presión, de presión media y de alta intensidad. Además, los gases empleados pueden incluir el helio, el neón, el argón, el criptón, el xenón, el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno, el vapor de agua, el dióxido de carbono, el vapor de mercurio, el vapor de sodio y cualquier combinación de los mismos. En algunas disposiciones, se pueden incluir diversos aditivos y/u otras sustancias en los gases. En cualquier caso, las lámparas de descarga consideradas para las fuentes germicidas descritas en la presente memoria pueden incluir aquellas que generan luz continua y aquellas que generan pulsos de luz recurrentes, las últimas de las cuales a menudo se denominan tubos de destellos o lámparas de destellos.

Una lámpara de descarga de gas usada comúnmente para producir luz continua es una lámpara de vapor de mercurio, que puede considerarse para algunas de las fuentes germicidas descritas en la presente memoria. Emite un fuerte pico de luz a 253,7 nm, que se considera particularmente adecuado para la desinfección germicida y, por lo tanto, es comúnmente mencionado para la irradiación germicida ultravioleta (UVGI). Una lámpara de destellos de uso común que puede considerarse para los aparatos de desinfección descritos en la presente memoria es un tubo de destellos de xenón. Un tubo de destellos de xenón genera un amplio espectro de luz desde el ultravioleta hasta el infrarrojo (incluida la luz visible) y, por lo tanto, proporciona luz ultravioleta en todo el espectro que se sabe que es germicida (es decir, entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm). Además, un tubo de destellos de xenón puede proporcionar una intensidad relativamente suficiente en intervalos de longitud de onda que se sabe que son óptimamente germicidas (es decir, entre aproximadamente 229 nm y aproximadamente 231 nm y entre aproximadamente 260 nm y aproximadamente 265 nm). Además, un tubo de destellos de xenón genera una cantidad extrema de calor, que puede contribuir aún más a la desactivación y muerte de los microorganismos.

Como se indicó anteriormente, también se puede considerar una lámpara de descarga de superficie para algunos de los aparatos de desinfección descritos en la presente memoria. De forma similar a un tubo de destellos de xenón, una lámpara de descarga superficial produce luz ultravioleta en todo el espectro que se sabe que es germicida (es decir, entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm). En cambio, las lámparas de descarga superficial funcionan a niveles de energía por pulso más altos y, por lo tanto, a una mayor eficiencia de los UV, además de ofrecer una mayor vida útil de la lámpara en comparación con los tubos de destellos de xenón. Se observa que las descripciones y comparaciones mencionadas anteriormente de una lámpara de vapor de mercurio, de una lámpara de destellos de xenón y de una lámpara de descarga de superficie de ninguna manera restringen los aparatos de desinfección descritos en la presente memoria a la inclusión de dichas lámparas. Antes bien, las descripciones y comparaciones mencionadas anteriormente se proporcionan simplemente para ofrecer aspectos que un experto en la técnica puede contemplar al seleccionar una lámpara de descarga para un aparato de desinfección, particularmente en función del objetivo y la aplicación del aparato.

Volviendo a los dibujos, la fig. 1 ilustra un ejemplo de un aparato configurado para generar pulsos de luz ultravioleta a frecuencias superiores a aproximadamente 20 Hz con un flujo de potencia significativamente menor en relación con los pulsos de luz generados por los aparatos de desinfección convencionales. En particular, la fig. 1 muestra el aparato 20 con base 24 con una serie de componentes para determinar dichas funcionalidades para la fuente 22 de luz germicida pulsada, cuyos pormenores se describirán con más detalle a continuación. Más específicamente, la fig. 1 ilustra la base 24 que incluye el/los elemento/s 26 de almacenamiento de energía, la circuitería 28 de tensión de disparo, la circuitería 30 de potencia, la circuitería 32 de duración de pulso, las instrucciones 34 de programa, el procesador 36 y la batería 38 opcional. Como se muestra en la fig. 1, el aparato 20 puede incluir componentes adicionales, tales como la interfaz 40 de usuario remoto, el cable 42 de alimentación, las ruedas 44 y el sensor 46 de presencia. Se observa que la colocación de los componentes señalados no se limita a la representación de la fig. 1, sino que más bien los componentes pueden estar dispuestos en cualquier posición para determinar la funcionalidad que imparten al aparato 20. Como tales, los componentes mostrados en la base 24 de la fig. 1 no necesitan estar situados dentro de la base 24 necesariamente. Además, el cable 42 de alimentación, las ruedas 44 y el sensor 46 de presencia pueden situarse en otras posiciones del aparato 20. En cualquier caso, el aparato 20 puede incluir

componentes adicionales o alternativos que no se muestran en la fig. 1, tales como, entre otros, una interfaz de usuario en el aparato (adicional o alternativa a la interfaz 40 de usuario remoto), un asa para contribuir a la portabilidad del aparato, una entrada de toma de corriente (adicional o alternativa al cable 42 de alimentación) y/o sensores adicionales, tales como sensores de presencia y sensores de luz.

Independientemente de su situación dentro del aparato 20, los componentes eléctricos del aparato 20 están en general en comunicación eléctrica entre sí a través de conexiones cableadas y/o inalámbricas para determinar las operaciones del aparato. Por ejemplo, la circuitería 30 de potencia está acoplada eléctricamente al/a los elemento/s 26 de almacenamiento de energía, a la circuitería 28 de tensión de disparo y a la circuitería 32 de duración de pulso para generar un pulso de luz desde la fuente 22 de luz germicida pulsada y la circuitería 30 de potencia está también acoplada eléctricamente al procesador 36 , a la interfaz 40 de usuario remoto (y/o a una interfaz de usuario en el aparato) y al sensor 46 de presencia para determinar el inicio y la finalización de las operaciones del aparato. Además, el procesador 36 está acoplado eléctricamente a las instrucciones 34 de programa de manera que el procesador puede ejecutar las instrucciones del programa y, además, el procesador 30 está acoplado eléctricamente a la interfaz 40 de usuario remota (y/o a una interfaz de usuario en el aparato) y/o a cualquier sensor del aparato 20 para determinar las operaciones de la fuente 22 de luz germicida pulsada conforme a las instrucciones 34 del programa. Se pueden incluir otras conexiones eléctricas en el aparato 20 entre cualquiera de los componentes señalados y otros componentes del aparato 20 para determinar las operaciones del mismo.

Como se señaló anteriormente, el aparato 20 incluye una serie de componentes en la base 24 para determinar la generación de luz pulsada a partir de la fuente 22 de luz germicida pulsada a una frecuencia mayor de aproximadamente 20 Hz con un flujo de potencia significativamente menor en relación con los pulsos de luz generados por los aparatos de desinfección convencionales. En particular, la base 24 incluye la circuitería 28 de tensión de disparo que está configurada para aplicar una tensión suficiente a una frecuencia establecida mediante la cual activar la fuente 22 de luz germicida pulsada para generar pulsos de luz recurrentes. Además, la base 24 incluye el/los elemento/s 26 de almacenamiento de energía y la circuitería 32 de duración de pulso, respectivamente, configurados para descargar una cantidad determinada de energía almacenada en un tiempo determinado a la fuente 22 de luz germicida pulsada. Los componentes que forman la circuitería 28 de tensión de disparo, el/los elemento/s 26 de almacenamiento y la circuitería 32 de duración de pulso y la operación realizada por tales elementos generalmente dependerá del diseño de la fuente de luz germicida. Por ejemplo, una lámpara de destellos incluye uno o más condensadores para el/los elemento/s de almacenamiento de energía e incluye uno o más inductores para su circuitería 32 de duración de pulso. Además, la tensión de disparo de una lámpara de destellos sirve para ionizar el gas de la lámpara de destellos y provocar que el/los condensador/es descargue/n su energía acumulada a la misma durante el tiempo regulado por el/los inductor/es. En cualquier caso, los niveles de tensión aplicados a la circuitería 28 de tensión de disparo y a la circuitería 32 de duración de pulso, así como al/a los elemento/s 26 de almacenamiento de energía para acumular carga en los mismos, generalmente pueden depender de las especificaciones de diseño (por ejemplo, de la frecuencia de pulso deseada, de la duración de pulso, de la intensidad de pulso, del área de la superficie exterior de la fuente 22 de luz germicida pulsada, entre otros parámetros conocidos por los expertos en la técnica del diseño de fuentes de luz pulsada). Los intervalos de ejemplo se describen en referencia a la fig. 6 con respecto a los flujos de potencia deseados que se muestran en la misma.

Como se señaló anteriormente, el aparato 20 está configurado para generar pulsos de luz ultravioleta a frecuencias superiores a aproximadamente 20 Hz. Dicha funcionalidad se rige por la circuitería 28 de tensión de disparo. En particular, puede ser particularmente adecuado que la circuitería 28 de tensión de disparo pueda configurarse para aplicar una tensión de disparo a una frecuencia mayor de 20 Hz a la fuente 22 de luz germicida pulsada y, en algunas aplicaciones, a frecuencias mayores de 40 Hz, a más de 50 Hz o incluso a más de 55 Hz. En otras realizaciones, la circuitería 28 de tensión de disparo puede configurarse para aplicar una tensión de disparo a una frecuencia mayor de 60 Hz y, particularmente entre aproximadamente 60 Hz y aproximadamente 100 Hz a la fuente 22 de luz germicida pulsada. En particular, puede ser ventajoso que la circuitería 28 de tensión de disparo aplique una tensión de disparo a la fuente 22 de luz germicida pulsada a una frecuencia por encima del umbral de seguridad para inducir convulsiones (que generalmente se considera que es de aproximadamente 60 Hz). En otras disposiciones adicionales, puede ser ventajoso que la circuitería 28 de tensión de disparo aplique una tensión de disparo a la fuente 22 de luz germicida pulsada a una frecuencia ligeramente superior al umbral de inducción de convulsiones por motivos de seguridad (por ejemplo, a la luz de la variabilidad del consumo de tensión de la red eléctrica de una fuente de alimentación de corriente alterna de un edificio), tal como a una frecuencia de 65 Hz o superior.

En algunos casos, puede ser ventajoso que la circuitería 28 de tensión de disparo aplique una tensión de disparo a la fuente 22 de luz germicida pulsada a una frecuencia en la que la luz se le aparece continua al ojo humano. Por ejemplo, la luz pulsada a frecuencias de 60 Hz y mayores en donde las duraciones de pulso son aproximadamente de 25 microsegundos aparece como continua al ojo humano. Se cree que el nivel mínimo de frecuencia para evocar la apariencia de luz continua al ojo humano varía con la duración de los pulsos, específicamente el nivel mínimo de frecuencia aumenta cuando la duración del pulso disminuye y viceversa. Por lo tanto, el nivel de frecuencia para establecer una tensión de disparo para evocar la apariencia de luz continua al ojo humano puede variar entre las aplicaciones en función de las especificaciones de diseño de la fuente de luz germicida pulsada, particularmente de la duración del pulso. En otras disposiciones adicionales, un intervalo de frecuencia de 60 Hz a 90 Hz puede ser beneficioso para maximizar la dosis de UVC de una fuente de luz germicida pulsada dentro de un período dado sin causar un estrés operativo excesivo en la lámpara de descarga. Se observa que, para el desarrollo de las ideas

proporcionadas en la presente memoria, se probaron repetidamente tensiones de disparo de 67 Hz, pero el alcance de las ideas descritas en la presente memoria no debe limitarse a dicha frecuencia. Se pueden considerar otros intervalos ejemplares de frecuencias superiores a 20 Hz, incluidas aquellas que exceden los 100 Hz.

Como se indicó anteriormente, el aparato 20 puede incluir una batería 38 opcional conectada a la circuitería de la fuente de alimentación, que puede usarse para suministrar energía a uno o más componentes del aparato. Sin embargo, se observa que, dados sus grandes requisitos de energía, generalmente es ventajoso alimentar la fuente 22 de luz germicida pulsada, los elementos 26 de almacenamiento de energía, la circuitería 28 de tensión de disparo y la circuitería 32 de duración de pulso desde una fuente de alimentación de corriente alterna de un edificio a la que se conecta el aparato a través de un cable de alimentación contenido en el aparato o conectado a una toma de corriente de entrada del aparato. En tales casos, la circuitería de la fuente de alimentación puede incluir un transformador elevador para aumentar la corriente alterna recibida a través del cable de alimentación y/o de la entrada de la toma de corriente y además un rectificador para convertir la corriente alterna recibida desde el transformador elevador en corriente continua para la operación de la fuente de luz germicida pulsada. Sin embargo, se contempla que las fuentes de luz germicida continua de algunos aparatos pueden ser alimentadas por una batería, ya que tienen requisitos de potencia mucho más bajos. En tales casos, puede ser posible que el aparato esté desprovisto de un cable de alimentación y/o de una entrada de toma de corriente para conectarla a una fuente de alimentación de corriente alterna de un edificio.

En algunos casos, las fuentes de luz germicida pulsada pueden generar mucho calor y, por lo tanto, pueden necesitar ser refrigeradas durante la operación. El tipo de sistema de refrigeración puede incluir enfriamiento por convección, refrigeración forzada de aire/gas o refrigeración por líquido, cuya selección generalmente puede depender de las características de diseño del aparato, particularmente del flujo de potencia que está configurado para generar. Un ejemplo de un sistema de aire forzado se ilustra en la fig. 2 como un ejemplo para la fuente 22 de luz germicida pulsada de la fig. 1. En particular, la fig. 2 ilustra la fuente 22 de luz germicida pulsada dispuesta dentro de la barrera 50 circunferencial adyacente entre la entrada 52 de aire y la salida 54 de aire teniendo la entrada 52 de aire un dispositivo 56 de movimiento de aire dispuesto en proximidad a la misma, formando en efecto un plénum 58 alrededor de la fuente 22 de luz germicida pulsada. La barrera 50 circunferencial adyacente está hecha de un material transparente a la luz germicida tal que la luz germicida generada por la fuente 22 de luz germicida pulsada puede transmitirse fuera del aparato 20.

En algunas disposiciones, la barrera 50 circunferencial adyacente puede incluir un material que atenúa alguna o toda la luz visible generada por la fuente 22 de luz germicida pulsada y/o el aparato puede incluir una barrera circunferencial adyacente adicional de dicho material que rodea la barrera 50 circunferencial adyacente. La inclusión de dicho material en cualquiera de dichos casos puede ser beneficiosa cuando la intensidad de la luz visible generada por la fuente 22 de luz germicida pulsada es muy alta, particularmente cuando causa molestias o distracciones visuales tras la exposición. Sin embargo, en otros casos, cuando la intensidad de la luz visible generada por la fuente 22 de luz germicida pulsada es relativamente baja, puede ser ventajoso suprimir la barrera alrededor de la fuente 22 de luz germicida pulsada que atenúa la luz visible. En particular, un filtro de luz visible podría reducir la intensidad de la luz en otros intervalos, tales como un intervalo germicida y, por lo tanto, reducir el flujo de potencia de la luz germicida emitida por el aparato 20.

En cualquier caso, el dispositivo 56 de movimiento de aire aspira aire al plénum 58 a través de la entrada 52 de aire y se descarga a través de la salida 54 de aire. En una realización alternativa, el dispositivo 56 de movimiento de aire puede estar situado cerca de la salida 54 de aire. En cualquier caso, el dispositivo 56 de movimiento de aire puede ser cualquier dispositivo configurado para provocar el flujo de aire, incluidos, entre otros, un ventilador o una turbina. En los casos en los que se usa una turbina en los aparatos descritos en la presente memoria, la turbina se puede usar para suministrar energía a uno o más componentes de los aparatos, incluyendo cualquiera de los componentes descritos en la presente memoria o a una batería del aparato. En cualquier caso, la entrada 52 de aire puede incluir un filtro para eliminar materia particular de un flujo de aire entrante.

En algunos casos, la salida 54 de aire puede incluir un dispositivo 60 reductor de ozono, tal como un filtro de carbono o un dispositivo que produce catalizadores de radicales libres que convierten el ozono en oxígeno diatómico. En particular, el ozono puede, en algunos casos, crearse como un subproducto del uso de la fuente 22 de luz germicida pulsada, específicamente si la lámpara genera luz ultravioleta de longitudes de onda más cortas de aproximadamente 240 nm ya que dicho espectro de luz UV provoca que los átomos de oxígeno de las moléculas de oxígeno se disocien, comenzando el proceso de generación de ozono. El ozono es un peligro conocido para la salud y la calidad del aire y, por lo tanto, su liberación está regulada por los dispositivos. También se sabe que el ozono es un agente germicida y un desodorante efectivo y, por lo tanto, si la cantidad de ozono que se genera por la fuente 22 de luz germicida pulsada es menor que los límites de exposición local/regional para el ozono, puede ser beneficioso excluir un dispositivo 60 reductor de ozono de la salida 56 de aire. En otros casos, la salida 56 de aire puede tener una sección con un dispositivo reductor de ozono y una sección sin un dispositivo reductor de ozono y además un regulador de flujo de aire para dirigir respectivamente el aire a través de las diferentes secciones dependiendo de parámetros operativos y/o de modos de procesos de desinfección empleados por el aparato 20. Los ejemplos de salidas de aire que tienen dichos elementos se describen con más detalle en la solicitud de Estados Unidos núm. de serie 14/790.827 presentada el 2 de julio de 2015.

Independientemente de si el aparato 20 incluye un dispositivo reductor de ozono, el aparato 20 puede, en algunos casos, incluir un reflector a una altura por encima de la fuente 22 de luz germicida pulsada para redirigir la luz emitida desde la fuente 22 de luz germicida pulsada hacia abajo. En particular, los métodos y aparatos descritos en la presente memoria pueden ser particularmente específicos para la desinfección de habitaciones/zonas y, por lo tanto, puede ser ventajoso incluir un reflector para redirigir la luz desde la fuente 22 de luz germicida pulsada a una región exterior al aparato 20 y que está entre aproximadamente los 61 cm (2 pies) y aproximadamente los 122 cm (4 pies) desde el suelo de una habitación en la que se sitúa el aparato 20. En general, la región entre aproximadamente los 61 cm (2 pies) y aproximadamente los 122 cm (4 pies) desde el suelo de una habitación se considera una región de "numerosos contactos" de una habitación ya que los objetos de uso frecuente generalmente se colocan en dicha región. Los ejemplos de objetos que se encuentran típicamente en una zona de numerosos contactos de una habitación incluyen, entre otros, los escritorios, los teclados, los teléfonos, las sillas, los tiradores de puertas y armarios, los interruptores de luz y los fregaderos. Los ejemplos de objetos en las zonas de numerosos contactos de las habitaciones de hospital incluyen adicional o alternativamente camas, mesitas de noche, mesas con bandejas y soportes intravenosos. Debido a que dicha región se considera una zona de numerosos contactos, generalmente se considera el espacio de mayor probabilidad de entrar en contacto con gérmenes y algunos estudios indican que la zona de numerosos contactos puede ser el espacio que tiene la mayor concentración de gérmenes.

La fig. 2 ilustra un ejemplo de un reflector para el aparato 20 dispuesto a una altura por encima de la fuente 22 de luz germicida pulsada para redirigir la luz emitida desde la fuente de luz hacia abajo a una región que se encuentra entre aproximadamente los 61 cm (2 pies) y aproximadamente los 122 cm (4 pies) desde el suelo de una habitación en la que se sitúa el aparato 20, específicamente el reflector 62 anular alrededor de la salida 54 de aire. Se pueden usar otras configuraciones (por ejemplo, tamaño, forma, ángulo, distancia desde la fuente 22 de luz germicida pulsada) de reflectores y/o se pueden situar reflectores en otras posiciones dentro del aparato 20 para ayudar a distribuir la luz a las zonas de interés en una habitación, particularmente a distancias de 1 a 3 metros del aparato 20. Ejemplos de aparatos de desinfección de zonas/habitaciones que tienen reflectores con dicha función se describen en las solicitudes de Estados Unidos números de serie 13/706.926, presentada el 6 de diciembre de 2012, y 13/708.208, presentada el 7 de diciembre de 2012, así como en la solicitud de patente internacional núm. PCT/US2014/059698 presentada el 8 de octubre de 2014.

Otra configuración que caracteriza los aparatos descritos en la presente memoria para determinar específicamente la desinfección de la habitación/zona es que la fuente de luz germicida esté dispuesta dentro del aparato de tal manera que la luz germicida generada a partir de la fuente de luz germicida se proyecte fuera del aparato. En algunos casos, una fuente de luz germicida puede estar dispuesta longitudinal y sustancialmente perpendicular a un plano horizontal de una estructura de soporte que sostiene un extremo de la fuente de luz. Además o alternativamente, el aparato puede carecer de un componente 360º opaco alrededor de una sección alargada de la fuente de luz germicida de modo que la luz emitida desde la fuente de luz germicida rodee el aparato, tal como se muestra en la fuente 22 de luz germicida pulsada de las figs. 1 y 22. Además, algunos de los aparatos descritos en la presente memoria pueden incluir un actuador para mover su fuente de luz germicida dentro del aparato (por ejemplo con respecto a una estructura de soporte que sostiene la fuente de luz) para contribuir a la distribución de luz en una habitación o en una zona. A este respecto, los métodos descritos en la presente memoria pueden incluir mover automáticamente una fuente de luz germicida dentro del aparato mientras la fuente de luz germicida emite luz y/o entre los pulsos de luz. Otro elemento que caracteriza los aparatos descritos en la presente memoria para determinar específicamente la desinfección de la habitación/zona es tener un sensor de presencia, por ejemplo, un sensor de movimiento, un sensor térmico o un sensor de reconocimiento de luz. En tales casos, los métodos descritos en la presente memoria pueden incluir inhibir y/o detener la generación de pulsos de luz desde la fuente de luz germicida al hacer una detección que sea indicativa de presencia dentro de la zona/habitación en la que está situado el aparato.

Aún otros elementos que pueden incluirse en los aparatos descritos en la presente memoria para determinar específicamente la desinfección de la habitación/zona son aquellas que determinan la portabilidad del aparato, tales como ruedas y/o un asa. En particular, a menudo se prefiere que los dispositivos de desinfección de zonas/habitaciones sean fácilmente portátiles de modo que puedan trasladarse a varias habitaciones de un edificio. En algunas disposiciones, los aparatos descritos en la presente memoria pueden incluir instrucciones del programa ejecutable del procesador para recibir datos con respecto a las características de un espacio cerrado en el que se va a operar el aparato de desinfección. En general, la frase "características de un espacio cerrado" tal como se usa en la presente memoria se refiere a atributos físicos, así como a atributos no físicos de un espacio cerrado. Los atributos no físicos de un espacio cerrado incluyen, entre otros, los identificadores utilizados para hacer referencia a un espacio cerrado (por ejemplo, número de habitación y/o nombre de la habitación) y la información de ocupación con respecto a un espacio cerrado (por ejemplo, información de las infecciones de un paciente que anteriormente ocupaba el espacio o de un paciente programado para ocupar el espacio). Los atributos físicos de un espacio cerrado incluyen, entre otros, el tamaño y/o las dimensiones del espacio cerrado y/o el número, tamaño, distancias, posiciones, reflectividad y/o identificación de superficies, objetos y/o elementos dentro del espacio cerrado En algunos casos, un atributo físico de un espacio cerrado puede ser la identificación de uno o más organismos patológicos y, a veces, el número o la concentración de dichos organismos en el espacio cerrado, en una región particular del espacio cerrado, o en una superficie particular del espacio cerrado.

En cualquier caso, los datos recibidos con respecto a las características del espacio cerrado en el que se va a operar el aparato de desinfección se pueden utilizar de varias maneras, que incluyen, entre otras, los fines de registro o la

presentación de informes o el establecimiento de uno o más parámetros operativos del aparato. En algunas disposiciones, los aparatos descritos en la presente memoria pueden incluir un medio para mover automáticamente el aparato. En algunos casos, el aparato puede incluir instrucciones de programa para mover el aparato a lo largo de una ruta predeterminada. Además, o alternativamente, el aparato puede incluir instrucciones de programa para mover el aparato según las características de la habitación de una habitación que ha sido analizada mediante uno o más sensores del aparato, incluidos los sensores para crear un mapa o un modelo de una zona/habitación. En la solicitud de Estados Unidos núm. de serie 13/706.926 presentada el 6 de diciembre de 2012 se describen ejemplos de aparatos de desinfección de zonas/habitaciones con algunas de las instrucciones del programa mencionadas anteriormente.

Se pueden considerar otras configuraciones que pueden contribuir a mejorar los aparatos para la desinfección de habitaciones/zonas. Más específicamente, los aparatos descritos en la presente memoria pueden configurarse (con las configuraciones indicadas anteriormente o con otras configuraciones) para exponer zonas y habitaciones, así como objetos en su conjunto a la luz germicida y, por lo tanto, pueden configurarse específicamente para distribuir la luz de manera amplia a un ambiente de una habitación en la que se sitúa el aparato de desinfección. Además, los aparatos descritos en la presente memoria pueden configurarse para distribuir luz germicida a superficies dentro de una habitación o zona que están a más de 1 metro o incluso 2 o 3 metros de una lámpara de destellos germicida. Los aparatos pueden tener cualquier forma, tamaño o configuración para alcanzar dichos objetivos. Ejemplos de aparatos de desinfección de zonas/habitaciones se describe en las solicitudes de Estados Unidos números de serie 13/706.926, presentada el 6 de diciembre de 2012, y 13/708.208, presentada el 7 de diciembre de 2012; así como en la solicitud de patente internacional núm. PCT/US2014/059698 presentada el 8 de octubre de 2014.

Sin embargo, se pueden emplear otras configuraciones de aparatos de desinfección de zonas/habitaciones para los aparatos descritos en la presente memoria.

Según se usa en la presente memoria, el término "desinfección de habitaciones/zonas" se refiere a la limpieza de un espacio que es adecuado para la ocupación humana para desactivar, destruir o prevenir el crecimiento de microorganismos portadores de enfermedades en la zona. La frase "un espacio que es adecuado para la ocupación humana" según se usa en la presente memoria se refiere a un espacio en el que un ser humano adulto de tamaño promedio puede ocupar cómodamente durante al menos un período de tiempo para comer, dormir, trabajar, descansar, participar en una actividad, o realizar una tarea en el mismo. En algunos casos, los espacios adecuados para la ocupación humana pueden estar delimitados e incluir una puerta para entrar y salir de la habitación. En otros casos, un espacio adecuado para la ocupación humana puede ser una zona con límites indeterminados. Los ejemplos de espacios que son adecuados para la ocupación humana incluyen, entre otros, habitaciones individuales para pacientes, habitaciones para pacientes con ocupación múltiple, baños, vestidores, pasillos, dormitorios, oficinas, quirófanos, salas de examen de pacientes, zonas de espera y/o descanso y ambulatorios. Según se usa en la presente memoria, el término "espacio cerrado" se refiere a un espacio que tiene sus límites definidos por barreras que bloquean una gran mayoría o toda la transmisión de luz germicida exterior a la zona.

En las figs. 4 y 5 se muestran ejemplos de espacios cerrados adecuados para la ocupación humana en los que los aparatos descritos en la presente memoria pueden usarse para llevar a cabo procesos de desinfección de zonas/habitaciones. En particular, la fig. 4 ilustra la sala 80 de operaciones o de pacientes que tiene la puerta 82 cerrada y que tiene un aparato 84 de desinfección situado en la misma. En tales casos, las paredes y ventanas (si corresponde) de la habitación 80 así como la puerta 82 sirven como barreras que definen los límites de la habitación 80 para formar un espacio cerrado adecuado para la ocupación humana. Aunque la puerta 82 se cierre para considerar el espacio cerrado, la luz germicida puede transmitirse por la periferia de la puerta si no está sellada. En tales casos, se impide que una gran parte de la transmisión de luz germicida se transmita fuera de la habitación 80 y, por lo tanto, se considera un espacio cerrado.

La fig. 5, por otro lado, ilustra la habitación 86 de ocupación múltiple que tiene la puerta 88 abierta pero que incluye la zona 90 separada aislada por el separador 92 de la sala, tal como una cortina de cubículo. Como se muestra, la zona 90 separada incluye uno de entre la pluralidad de aparatos 94 de desinfección. En tales casos, las paredes y ventanas (si corresponde) de la habitación 86 de la zona 90 separada, así como el separador 92 de habitación sirven como barreras que definen los límites de la zona 90 separada para conformar un espacio cerrado adecuado para la ocupación humana. Se aprecia que el separador 92 de habitación puede no extenderse completamente a las paredes, el techo y/o el suelo de la habitación 86 y, por lo tanto, la luz germicida puede transmitirse alrededor del separador 92 de habitación. En tales casos, se impide que una gran parte de la transmisión de luz germicida se transmita fuera de la zona 90 separada y, por lo tanto, se considera un espacio cerrado. En general, los aparatos 84 y 94 de desinfección mostrados en las figs. 4 y 5 pueden incluir cualquiera de los aparatos descritos en la presente memoria. Se observa que el número, tamaño, colocación y portabilidad de los aparatos 84 y 94 de desinfección no son exclusivos de las respectivas configuraciones de las figs. 4 y 5 que muestran una habitación como espacio cerrado y una sección separada de una habitación como espacio cerrado. En particular, cualquiera de los aparatos descritos en la presente memoria puede emplearse en cualquier espacio cerrado que sea adecuado para la ocupación humana.

Como se señaló anteriormente, el aparato 20 de la fig. 1 es un ejemplo de un aparato que puede usarse para generar pulsos de luz ultravioleta a frecuencias superiores a aproximadamente 20 Hz con un flujo de potencia significativamente menor en relación con los pulsos de luz generados por los aparatos de desinfección convencionales. Se pueden considerar varias otras configuraciones de aparatos para dichas funcionalidades, una de las cuales se

representa en la fig. 3. En particular, la fig. 3 ilustra el aparato 70 que incluye una pluralidad de fuentes 72 de luz germicidas dispuestas en el soporte 74. En algunos casos, la parte posterior del aparato 70 puede incluir un panel posterior que abarca la dimensión de espacio del soporte 74 para evitar la emisión de germicida desde la parte posterior del aparato 70. En otras disposiciones, la parte posterior del aparato 70 puede estar abierta de modo que se pueda emitir luz a ambos lados del aparato. En cualquier caso, se puede considerar el uso del aparato 70 para la desinfección de zonas/habitaciones. En algunas disposiciones, el aparato 70 puede montarse en una pared o en un techo. Alternativamente, el aparato 70 puede ser un dispositivo independiente.

En cualquier caso, las dimensiones y la forma del soporte 74 pueden variar de las representadas en la fig. 3. Más específicamente, el soporte 74 no se limita a ser rectangular y/o a tener las paredes laterales relativamente delgadas representadas en la fig. 3. Además, la orientación del aparato 70 no está limitada a que su dimensión longitudinal sea horizontal. Además, el aparato 70 no está limitado a tener múltiples fuentes de luz germicidas cilíndricas orientadas de la manera mostrada en la fig. 3. Más bien, el aparato 70 puede incluir cualquier número, tamaño, forma y orientación de fuentes de luz germicidas. Además, las fuentes 72 de luz germicidas pueden incluir el mismo tipo de fuente de luz germicida o diferentes tipos de fuentes de luz germicida. En algunos casos, el aparato 70 puede configurarse para mover una o más de las fuentes 72 germicidas para extenderse fuera del soporte 74 para mejorar la distribución de los germicidas generados desde las mismas a un ambiente del aparato. Una configuración de ejemplo que ofrece tal opción puede incluir pistas retráctiles que se extienden hacia afuera desde el soporte 74 en alineación con las fuentes 72 germicidas, a lo largo de las cuales las fuentes germicidas se pueden mover manualmente o mediante un actuador.

En cualquier caso, el aparato 70 puede incluir cualquiera de los elementos descritos en referencia al aparato 20 de la fig. 1. En particular, el aparato 70 puede incluir uno o más de entre los elementos 26 de almacenamiento de energía, la circuitería 28 de tensión de disparo, la circuitería 30 de potencia, la circuitería 32 de duración de pulso, las instrucciones 34 de programa, el procesador 36, la batería 38 opcional, la interfaz 40 de usuario remoto, el cable 42 de alimentación, las ruedas 44, el sensor 46 de presencia, una interfaz de usuario en el aparato (adicional o alternativa a la interfaz 40 de usuario remoto), un asa para contribuir a la portabilidad del aparato, una entrada de toma de corriente (adicional o alternativa al cable 42 de alimentación) y/o sensores adicionales, tales como sensores de presencia y sensores de luz adicionales. Dichos elementos no se muestran en el aparato 70 para simplificar el dibujo de la fig. 3. Además, dichos elementos no se describen en referencia al aparato 70 en aras de la brevedad.

Además, el aparato 70 puede incluir cualquiera de los elementos del sistema de refrigeración descritos en referencia al aparato 20 de la fig. 1 y de la realización específica del sistema de refrigeración por aire forzado descrito en referencia a la fig. 2. Por ejemplo, aunque no se muestra, el aparato 70 puede incluye cualquier cantidad de dispositivos de movimiento de aire, entradas de aire y salidas de aire. Además, el lado frontal y posiblemente el lado posterior del aparato 70 pueden incluir paneles dentro del soporte 74 que sean transparentes a la luz ultravioleta y, si se desea, sean también opacos a la luz visible. En general, el/los dispositivo/s de movimiento de aire, la/s entrada/s de aire y la/s salida/s de aire pueden estar situados dentro de cualquier lado del soporte 74. Además, o alternativamente, los dispositivos de movimiento de aire pueden estar situados internos al soporte 74, particularmente, pero no necesariamente, en alineación con las entradas o salidas de aire dentro del soporte. En cualquier caso, los dispositivos de movimiento de aire pueden estar situados aguas arriba o aguas abajo de un flujo de aire inducido a través del soporte 44. En algunos casos, el aparato 70 puede incluir un dispositivo de movimiento de aire situado en un extremo de al menos una de las fuentes 72 germicidas (y, en algunos casos, incluir un dispositivo de movimiento de aire situado en el extremo de cada una de las fuentes 72 germicidas) para inducir un flujo de aire que fluya sustancialmente paralelo a la dimensión longitudinal de las fuentes de luz germicida, tal como se describe para la fuente 22 germicida en referencia a la fig. 2. En otros casos, el aparato 70 puede tener dispositivos de movimiento de aire dispuestos para inducir un flujo de aire que atraviese las fuentes 72 germicidas.

Sin embargo, como se indicó anteriormente, los aparatos descritos en la presente memoria pueden incluir varias configuraciones diferentes y, por lo tanto, el aparato 70 puede, en algunos casos, incluir elementos distintos a los del aparato 20 de la fig. 1. Por ejemplo, las fuentes 72 de luz germicida pueden no ser fuentes de luz germicida pulsada, sino más bien fuentes de luz germicida continua y, por lo tanto, el aparato 70 puede no incluir el/los elemento/s 26 de almacenamiento de energía, la circuitería 28 de tensión de disparo y la circuitería 32 de duración de pulso. En cambio, el aparato 70 puede incluir circuitería para encender y apagar las fuentes de luz germicida continua a una frecuencia establecida (por ejemplo, > 20 Hz) de modo que las fuentes de luz germicida continua puedan generar y emitir pulsos recurrentes de luz germicida.

Como se señaló anteriormente, las figs. 1 y 3 representan ejemplos de aparatos configurados para generar pulsos de luz ultravioleta a frecuencias superiores a aproximadamente 20 Hz con un flujo de potencia significativamente menor en relación con los pulsos de luz generados por los aparatos de desinfección convencionales. El término "flujo de potencia", según se usa en la presente memoria, se refiere a la velocidad de transmisión de energía radiante en una superficie dada por unidad de área. Los términos sinónimos de flujo de potencia incluyen "irradiancia", "densidad de potencia" e "intensidad de radiación" y, por lo tanto, los términos pueden usarse indistintamente en la presente memoria. El término "flujo de energía", según se usa en la presente memoria, se refiere a la cantidad de energía radiante en una superficie dada por unidad de área. Un término sinónimo de flujo de energía es "energía radiante" y, por lo tanto, los términos pueden usarse indistintamente en la presente memoria.

Como se señaló anteriormente, muchos estudios sugieren que la eficacia germicida para la desactivación de

microorganismos se debe principalmente a la dosis de radiación electromagnética ultravioleta del subtipo C (UVC) aplicada, o a la dosis de energía dentro de las longitudes de onda de 200 y 320 nanómetros. A la luz de ello, los estudios dirigidos a analizar los requisitos de energía para la eficacia germicida generalmente se centran en el flujo de potencia o en el flujo de energía de la luz ultravioleta y, en algunos casos, en el flujo de potencia o en el flujo de energía de UVC. En particular, algunos estudios enseñan que se necesita un flujo de potencia mínima de radiación ultravioleta para lograr una eficacia germicida suficiente. Otros estudios enseñan que deben cumplirse parámetros adicionales además del flujo de potencia, tales como las relaciones de la potencia máxima, media y de la media cuadrática de la radiación ultravioleta y/o una relación forzada que correlacione la energía descargada a la lámpara, el área de superficie de la lámpara y la duración del pulso. Sin embargo, otros estudios vinculan los requisitos de frecuencia de pulso además del flujo de potencia, tales como especificar una frecuencia de pulso mínima o un intervalo de frecuencia de pulso requerido.

Por ejemplo, la patente de Estados Unidos núm. 6.264.802 de Kamrukov et al. enseña a aplicar radiación UV a líquidos, aire y superficies con una intensidad de radiación de al menos 100 K W/m^2, una duración del pulso entre 1 y 1000 microsegundos y además que la energía descargada a la lámpara, el área de la superficie de la lámpara y la duración del pulso cumplan una relación especificada. La patente no menciona qué frecuencias de pulso pueden emplearse. La patente de los Estados Unidos núm. 5.144.146 de Wekhof enseña diferentes requisitos de potencia para la purificación de aguas residuales en los que una densidad de potencia media de UV debe mantenerse a un valor de al menos 100 W/m^2 dentro del agua residual mientras se pulsa la fuente de UV a una frecuencia de 5 a 100 Hz. Se observa que la enseñanza de mantener una densidad de potencia media de UV a un valor de al menos 100 W/m^2 se refiere al ciclo de funcionamiento completo de la lámpara en lugar de únicamente cuando la radiación UV se suministra desde la lámpara, que difiere de los otros parámetros de requisitos de potencia descritos en la patente. En particular, la patente de los Estados Unidos núm. 5, 144,146 de Wekhof enseña además que la relación entre la potencia cuadrática media y la potencia media suministrada por la fuente de UV debe estar en el intervalo de 10:1 a 100:1 y la relación de la potencia de pico a la potencia media suministrada por la fuente de UV debe estar en el intervalo de 1000:1 a 10.000:1

Como se describirá con más detalle a continuación, los procesos de desinfección de zonas/habitaciones descritos en la presente memoria no cumplen ninguno de estos requisitos de la técnica anterior, específicamente el de que los procesos se lleven a cabo con flujos de potencia significativamente menores a distancias de 1,0 metro y más lejos de los aparatos de desinfección. En particular, se descubrió durante el desarrollo de las ideas proporcionadas en la presente memoria que se podía obtener suficiente eficacia germicida con pulsos de luz generados a frecuencias superiores a aproximadamente 50 Hz y con un flujo de potencia relativamente bajo, particularmente de menos de 5000 W/m^2 de luz UV en el intervalo de longitud de onda de 200 nm a 320 nm en superficies al menos a 1,0 metro de los aparatos de desinfección. Según se usa en la presente memoria, una suficiente eficacia germicida se refiere a una reducción de 2 a 10 g o más en la contaminación bacteriana sobre las superficies.

Más específicamente, en el desarrollo de las ideas proporcionadas en la presente memoria, se evaluaron las eficacias de desinfección de cinco frecuencias diferentes que oscilan entre 1,0 Hz y 100 Hz en una superficie a 2,0 metros de una fuente de luz germicida pulsada, cuyos resultados se muestran en la fig. 7. Las lámparas utilizadas para cada una de las frecuencias fueron lámparas de destellos de xenón construidas con los mismos materiales, la misma superficie y la misma presión de llenado. En el interés de evaluar cualquier variación inducida por las diferencias en las frecuencias, los tiempos de ciclo de los procesos de desinfección para cada una de las frecuencias fueron los mismos (es decir, 5 minutos) y las lámparas se manejaron con parámetros operativos que produjeron un flujo de potencia comparable en la superficie de la lámpara durante ese tiempo de ciclo (es decir, toda la luz generada en la lámpara, no únicamente la UV o la UVC). Para acomodar tal flujo de potencia, la duración del pulso y la cantidad de energía acumulada en el/los condensador/es para la descarga a las lámparas en los procesos de desinfección realizados a frecuencias más altas son generalmente más bajos que en los procesos de desinfección realizados a frecuencias más bajas. Al realizar dichos ajustes, los procesos a frecuencia más alta se llevan a cabo con un flujo de potencia más bajo por pulso que los procesos a frecuencia más baja. En otras palabras, la tasa de transmisión de energía radiante en una superficie dada por unidad de área es menor para cada pulso.

Como se muestra en la fig. 7, la eficacia de desinfección es sustancialmente similar entre las cinco frecuencias de tensión de disparo diferentes para procesos de desinfección de 5 minutos. En base a los datos obtenidos para las 5 frecuencias diferentes probadas, es evidente que un proceso de desinfección puede modularse variando la cantidad, duración y frecuencia de la luz UV aplicada a una superficie a una distancia dada sin afectar sustancialmente la eficacia de la desinfección. Más específicamente, se ha descubierto que la luz UV puede aplicarse a una intensidad más baja y a una duración de pulso más corta, pero a una frecuencia más alta en una superficie a una distancia dada durante un tiempo de ciclo dado y producir una eficacia germicida sustancialmente similar en comparación con los procesos que aplican una mayor intensidad de luz ultravioleta a dosis más bajas. Se contemplan varias teorías para explicar tales hallazgos. Una teoría implica el mantenimiento del patógeno objetivo en un "estado de choque", en el que existe la posibilidad de daño. En particular, se teoriza que cuanto más tiempo esté el patógeno en un "estado de choque", que es causado por los fotones incidentes, es más probable que la célula se desactive. Para adquirir este estado, se cree que se necesita un nivel mínimo de intensidad de luz ultravioleta, que en función de los datos obtenidos se pudo alcanzar con frecuencias al menos de 100 Hz. En aras de la eficiencia, se especula que las frecuencias más altas de pulso minimizan la cantidad de fotones para alcanzar este estado, pero al mismo tiempo maximizan el número de casos de "estado de choque".

Una segunda teoría implica sobrecargar los mecanismos de reparación celular enzimática que ayudan en la foto-reparación (es decir, a reparar una célula previamente desactivada). En particular, un flujo de fotones más frecuente inducido por aplicaciones a mayor frecuencia podría sobrecargar los mecanismos de reparación celular antes de que se pueda completar la reparación. Se contempla además que estas teorías pueden estar interrelacionadas, específicamente que la eficacia de desinfección probada a las frecuencias más altas podría implicar una combinación de las dos. Además, es concebible que estas teorías y/o los resultados encontrados en la prueba de las cinco frecuencias mencionadas anteriormente se puedan limitar a objetos inanimados y/o patógenos nosocomiales.

Además, se especula que las eficacias de desinfección comparables logradas entre las cinco frecuencias de pulso diferentes probadas con respecto a la fig. 7 pueden deberse a un aumento en el flujo de potencia en longitudes de onda específicas que potencialmente tienen un mayor grado de efecto germicida en relación con otras longitudes de onda en el intervalo de UVC a medida que aumenta la frecuencia del pulso. En particular, se descubrió durante el desarrollo de las ideas proporcionadas en la presente memoria que un proceso de desinfección que genera luz pulsada entre 60 Hz y aproximadamente 70 Hz produce un mayor flujo de potencia a longitudes de onda de aproximadamente 230 nm, aproximadamente 248 nm y aproximadamente 261 nm que un proceso de desinfección que genera luz pulsada entre 1,0 Hz y 2,0 Hz, a pesar de que el flujo de potencia total en el intervalo de UVC del proceso de desinfección a 60-70 Hz es menor que el flujo de potencia generado en el intervalo de UVC del proceso de desinfección a 1.0-2.0 Hz. Se teorizó que los picos más grandes a aproximadamente 230 nm, aproximadamente 248 nm y aproximadamente 261 nm pueden compensar el flujo total de potencia más bajo en el intervalo de UVC en relación con el proceso a 1.0-2.0 Hz confiriendo una eficacia de desinfección comparable.

Además, se especula que las eficacias de desinfección comparables logradas entre las cinco frecuencias de pulso diferentes probadas con respecto a la fig. 7 pueden deberse a mayores variaciones de flujo de potencia en intervalos de luz germicidas a medida que se aumenta la frecuencia de pulso. En particular, se descubrió durante el desarrollo de las ideas proporcionadas en la presente memoria que un proceso de desinfección que genera luz pulsada entre 60 Hz y 70 Hz produce una mayor variación del flujo de potencia en el intervalo UVC, específicamente entre 210 nm y 320 nm y, más específicamente entre aproximadamente 225 nm y aproximadamente 265 nm, que un proceso de desinfección que genera luz pulsada entre 1,0 Hz y 2,0 Hz. Se teorizó que la mayor variación del flujo de potencia puede compensar el flujo de potencia total más bajo en el intervalo UVC en relación con el proceso a 1,0-2,0 Hz confiriendo una eficacia de desinfección comparable. En particular, una mayor variación del flujo de potencia dentro de un espectro de radiación se correlaciona con la radiación de la línea atómica, que generalmente corresponde a las transiciones del estado de energía de enlace a enlace de los fotones. Por el contrario, una variación menor del flujo de potencia dentro de un espectro de radiación se correlaciona con la radiación continua, que generalmente corresponde a las transiciones de estado de energía libre a enlace y libre a libre de los fotones. En general, los fotones en las transiciones de estado de energía de enlace a enlace tienen una mayor cantidad de energía que los fotones en las transiciones de estado de energía libre a enlace y libre a libre. Se teoriza que la mayor energía de los fotones inducida por una mayor variación de flujo de potencia exhibida en el intervalo de UVC en el proceso de desinfección a 60-70 Hz puede compensar el flujo de potencia total menor en el intervalo de UVC en relación con el proceso a 1,0-2,0 Hz, confiriendo una eficacia de desinfección comparable entre los dos procesos.

Parte de la variación del flujo de potencia en el intervalo de UVC en el proceso de desinfección a 60-70 Hz se debe a los grandes picos centrados en aproximadamente los 230 nm, aproximadamente los 248 nm y aproximadamente los 261 nm. Al tomar la integral de tales picos en relación con la integral del intervalo entre aproximadamente 225 nm y aproximadamente 265 nm, se cuantificó una aproximación del grado de variación a través de dicho intervalo. En particular, aproximadamente el 60% del flujo de potencia en ese intervalo se debió a los picos del proceso a 60-70 Hz y aproximadamente el 50% del flujo de potencia en ese intervalo se debe a los picos del proceso a 1,0-2,0 Hz. Se observa que el proceso a 60-70 Hz exhibió mayores variaciones de flujo de potencia en otros intervalos de longitud de onda del espectro ultravioleta y se contempla que esas variaciones pueden contribuir aún más a la eficacia de desinfección relativamente comparable del proceso a 60-70 Hz en relación con el proceso a 1,0- 2,0 Hz a pesar del flujo de potencia total menor en el intervalo de UVC del proceso a 60-70 Hz. Además, el proceso a 60-70 Hz exhibió una mayor variación de los flujos de potencia de luz azul violeta visible entre aproximadamente 420 nm y aproximadamente 470 nm que la variación del flujo de potencia del proceso a 1,0-2,0 Hz en el mismo intervalo y se contempla que aquellas variaciones de flujo de potencia mayores pueden contribuir a la eficacia de desinfección relativamente comparable del proceso a 60-70 Hz en relación con el proceso a 1,0 Hz. En particular, se sabe que la luz azul violeta visible entre aproximadamente 400 nm y aproximadamente 470 nm es germicida y, por lo tanto, la mayor variación del flujo de potencia en dicha región puede contribuir a la eficacia germicida.

Dado el descubrimiento de que pueden obtenerse eficacias de desinfección comparables a 2,0 metros de distancia de una fuente de luz pulsada dirigida a frecuencias de pulso que oscilan entre 1,0 Hz y 100 Hz, se contempla que un aparato de desinfección de habitaciones/zonas puede funcionar a cualquier frecuencia de pulso si los parámetros de la operación se regulan para generar un flujo de potencia de luz establecido en la lámpara que se sabe que determina la eficacia germicida suficiente a una distancia deseada del aparato de desinfección. Se contempla además que un aparato de desinfección de habitaciones/zonas puede funcionar a cualquier frecuencia de pulso si se sabe que un flujo de potencia deseado de radiación UVC determina la eficacia germicida suficiente a una distancia deseada del aparato de desinfección. En particular, los parámetros operativos del aparato, tales como la duración del pulso, la energía descargada a la lámpara y la propia lámpara (particularmente la superficie exterior de la lámpara) pueden optimizarse para lograr el flujo de potencia deseado de la radiación UVC a la frecuencia de pulso deseada.

La descripción proporcionada en la presente memoria se enfoca a intervalos de flujos de potencia de luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm durante un pulso dado que puede usarse para aparatos de desinfección de zonas/habitaciones operados a frecuencias superiores a aproximadamente 20 Hz, particularmente para una eficacia germicida suficiente a 1,0, 2,0 y 3,0 metros de distancia del aparato. En particular, la fig. 6 ilustra la fuente 98 de luz germicida de un aparato de desinfección de habitaciones/zonas con intervalos objetivo de flujo de energía y flujo de potencia de luz ultravioleta entre aproximadamente los 200 nm y aproximadamente los 320 nm especificados para la superficie de la lámpara y distancias de 1,0, 2,0 y 3,0 metros de distancia del aparato. Para simplificar el dibujo no se muestra todo el aparato de desinfección de habitaciones/zonas en la fig. 6, pero el aparato generalmente puede incluir cualquiera de los elementos y configuraciones del aparato descritos en referencia a las figs. 1-3. Se observa particularmente que la fuente 98 de luz germicida puede ser una fuente de luz germicida pulsada o puede ser una fuente de luz germicida continua, en donde la última realización, el aparato de desinfección de habitación/espacio incluye circuitería para encender y apagar la fuente de luz para pulsar la luz de la misma.

Como se muestra en la fig. 6, los intervalos objetivo del flujo de energía de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm en la superficie de la fuente 98 de luz germicida pueden estar entre aproximadamente los 20 J/m^2 y aproximadamente los 1500 J/m^2. Además, el intervalo objetivo del flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm en la superficie de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 0,8 MW/m^2 y aproximadamente los 5,0 M W/m^2. En disposiciones más específicas, el flujo de energía y el flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm en la superficie de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 20 J/m^2 y aproximadamente los 500 J/m^2 y entre aproximadamente los 0,8 MW/m^2 y aproximadamente los 1,5 MW/m^2, respectivamente. Como se muestra adicionalmente en la fig. 6, los intervalos objetivo del flujo de energía de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm aproximadamente a 1,0 metro de la fuente 98 de luz germicida pueden estar entre aproximadamente 0,02 J/m^2 y aproximadamente 1,5 J/m^2. Además, el intervalo objetivo del flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, aproximadamente a 1,0 metro de distancia de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 800 W/m^2 y aproximadamente los 5000 W/m^2. En disposiciones más específicas, el flujo de energía y el flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, a aproximadamente 1,0 metro de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 0,02 J/m^2 y aproximadamente los 0,5 J/m^2 y entre aproximadamente los 800 W/m^2 y aproximadamente los 1500 W/m^2, respectivamente.

La fig. 6 muestra además que los intervalos objetivo de flujo de energía de luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, a aproximadamente 2,0 metros desde la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 6,0 □J/m^2 y aproximadamente los 370 □J/m^2. Además, el intervalo objetivo del flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm a aproximadamente 2,0 metros de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 200 W/m^2 y aproximadamente los 1300 W/m^2. En disposiciones más específicas, el flujo de energía y el flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm aproximadamente a 2,0 metros de la fuente 98 de luz germicida pueden estar entre aproximadamente los 6,0, □J/m^2 y aproximadamente los 250 □J/m^2 y aproximadamente entre los 200 W/m^2 y aproximadamente los 800 W/m^2, respectivamente. Además, la fig. 6 muestra además que el intervalo objetivo de flujo de energía de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, aproximadamente a 3,0 metros de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 1,5 □J/m^2 y aproximadamente los 95 □J/m^2. Además, el intervalo objetivo del flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, aproximadamente a 3,0 metros de la fuente 98 de luz germicida puede estar entre aproximadamente los 50 W/m^2 y aproximadamente los 300 W/m^2. En disposiciones más específicas, el flujo de energía y el flujo de potencia de la luz ultravioleta entre aproximadamente 200 nm y aproximadamente 320 nm, aproximadamente a 3,0 metros de la fuente 98 de luz germicida pueden estar entre aproximadamente los 6,0 □J/m^2 y aproximadamente los 120 □J/m^2 y entre aproximadamente los 200 W/m^2 y aproximadamente los 600 W/m^2, respectivamente.

Como se señaló anteriormente, los procesos de desinfección de zonas/habitaciones descritos en la presente memoria no cumplen con ninguno de los requisitos de parámetros enseñados en la patente de Estados Unidos núm. 6.264.802 de Kamrukov et al., ni en la patente de Estados Unidos núm. 5.144.146 de Wekhof, ni en la solicitud de Estados Unidos núm. US 2008/0150443 de Tipton para el funcionamiento de fuentes de luz germicida pulsada. En particular, el flujo de potencia máxima indicado en referencia a la fig. 6 para distancias de 1,0, 2,0 y 3,0 metros desde una fuente de luz germicida es de 5000 W/m^2, que es dos órdenes de magnitud menor que el requisito de flujo de potencia mínimo de 100 kW/m^2 enseñado en la patente de Estados Unidos núm. 6.264.802 de Kamrukov et al. Del mismo modo, la densidad de potencia media de la luz ultravioleta durante un tiempo de ciclo de un proceso de desinfección que se lleva a cabo utilizando cualquiera de los intervalos de flujo de potencia objetivo observados en la fig. 6 es probable que sea al menos dos órdenes de magnitud menor que el requisito enseñado en la patente de Estado Unidos núm. 5.144, 146 de Wekhof. En particular, se calculó que un proceso de desinfección realizado con una frecuencia de pulso entre 60 Hz y aproximadamente 70 Hz para el desarrollo de las ideas proporcionadas en la presente memoria tiene un flujo de potencia media en el intervalo de UV durante la operación del proceso de desinfección de 2,9 W/m^2, que es dos órdenes de magnitud menor que el requisito de flujo de potencia mínimo de 100 W/m^2 enseñado en la patente de los Estados Unidos núm. 5.144.146 de Wekhof. Además, cualquier proceso de desinfección llevado a cabo

utilizando cualquiera de los intervalos de flujo de potencia objetivo señalados en la fig. 6 probablemente no cumpla con el requisito de la relación de la potencia cuadrática media (RMS) a la potencia media ni con el requisito de la relación de la potencia pico a la potencia media. Por ejemplo, un proceso de desinfección realizado con una frecuencia de pulso entre 60 y 70 Hz para el desarrollo de las ideas de la presente memoria exhibió una relación de la potencia RMS a la potencia media de 1,4 y una relación de la potencia pico a la potencia media de 4,2 aproximadamente a 1,0 metro de la fuente de luz germicida durante un pulso dado.

Para algunas realizaciones, las frecuencias en el intervalo de 55 Hz a 80 Hz y, particularmente a 67 Hz, se consideraron particularmente adecuadas para los procesos de desinfección descritos en la presente memoria. En particular, las frecuencias de estos valores tienen una potencia por pulso mayor que las frecuencias más altas, y, por lo tanto, la dosis total de UVC de las frecuencias señaladas es mayor y la dosis de UVC es sustancialmente mayor a distancias mayores debido a la ley del cuadrado inverso de la distancia. Además, la conversión de energía eléctrica a energía óptica en las frecuencias del intervalo señalado es más eficiente que en las frecuencias más altas. Además, hay menos pérdida total de energía en las frecuencias del intervalo señalado cuando se trata de ángulos de incidencia y reflexión relativamente grandes. En los procesos de desinfección de habitaciones, es deseable maximizar la manipulación de la luz para alcanzar zonas que no están en el alcance visual de la fuente de desinfección. Aunque las frecuencias en el intervalo de 55 Hz a 80 Hz pueden ser ventajosas por varias razones, es razonable considerar frecuencias superiores a los 80 Hz o inferiores a los 55 Hz para los procesos de desinfección descritos en la presente memoria.

Además, las frecuencias de 50 Hz y mayores exhibieron características beneficiosas distintas de los procesos realizados a una frecuencia entre 1,0 Hz y 2,0 Hz. En particular, el ruido de la luz generada a partir de frecuencias de 50 Hz y mayores fue sustancialmente menor que el ruido de la luz generada a partir de las frecuencias de 1,0-2,0 Hz. Además, la intensidad visual de la luz generada a partir de frecuencias de 50 Hz y mayores fue sustancialmente menor que la intensidad de la luz generada a partir de la frecuencia de 1,0-2,0 Hz. Además de esto, se encontró en pruebas adicionales que la intensidad visual de la luz generada a partir de frecuencias de 50 Hz y mayores también era sustancialmente menor que la intensidad de la luz generada a partir de la frecuencia de 1,0-2,0 Hz cuando se utilizaba un filtro de luz visible para bloquear la luz visible emitida por la lámpara en el proceso con frecuencias de 1,0-2,0 Hz (y no se utilizó ningún filtro en el aparato con las frecuencias de 50 Hz y mayores).

Además, en tales pruebas, se encontró que la eficacia de desinfección de un tiempo de ciclo de 5 minutos del proceso de frecuencia a 1,0-2,0 Hz que empleó un filtro de luz visible disminuyó sustancialmente, en particular más de la mitad de una diferencia logarítmica, en relación con las realizaciones en las que no se utilizó un filtro de luz visible en el aparato de desinfección durante un proceso a 1,0-2,0 Hz. Se cree que la disminución en la eficacia de desinfección se debió a una combinación de espectros alterados de radiación de luz emitida, así como a una disminución en la dosis total de UVC en la superficie objetivo. Dado que generalmente se necesita un filtro de luz visible para los procesos de desinfección a frecuencias de 1,0-2,0 Hz debido a la enormidad de la luz visible generada, existe la posibilidad de ciclos de desinfección más cortos (es decir, de menos de 5 minutos) para procesos de desinfección que usan frecuencias de 50 Hz y mayores dado que un filtro de luz visible puede no ser necesario para atenuar los estímulos visuales. Además, se puede lograr una mejora en la vida útil de la bombilla en los procesos de desinfección que utilizan frecuencias de 50 Hz y mayores debido al menor flujo de potencia por pulso empleado.

Como se señaló anteriormente, puede ser ventajoso utilizar una frecuencia por encima del umbral de seguridad para inducir convulsiones (que generalmente se considera que es de aproximadamente de 60 Hz) en los métodos y aparatos descritos en la presente memoria, pero como se señaló anteriormente, se pueden emplear frecuencias más bajas (es decir, frecuencias de menos de 60 Hz). Más específicamente, pueden emplearse las frecuencias que se considera que pueden inducir convulsiones (cuyo intervalo generalmente se considera de 3-60 Hz) en los métodos y aparatos descritos en la presente memoria. En tales casos, se pueden usar medidas para proteger o apantallar la generación de luz visible de la fuente de luz germicida. Por ejemplo, el aparato de desinfección puede incluir un filtro óptico configurado para atenuar una mayor parte o toda la luz visible generada desde la fuente de luz germicida. Además o alternativamente, el aparato de desinfección puede incluir una fuente de luz visible distinta de la fuente de luz germicida que se usa para enmascarar la luz visible generada por la fuente de luz germicida o que se pulsa de manera síncrona con pulsos de luz de la fuente de luz germicida de manera que la proyección conjunta de la luz visible de las dos fuentes de luz sea mayor que un umbral de seguridad de inducción de convulsiones (por ejemplo, mayor de 60 Hz).

La fig. 8 ilustra un ejemplo de un aparato que incluye una fuente de luz germicida y una fuente de luz visible separada que puede usarse de tal manera. En particular, la fig. 8 ilustra el aparato 100 que incluye la fuente 102 de luz germicida y la fuente 112 de luz visible. La fuente 102 de luz germicida puede incluir cualquier fuente 102 de luz germicida que esté configurada para generar tanto luz germicida como luz visible. Por ejemplo, la fuente 102 de luz germicida puede configurarse para generar luz ultravioleta germicida y luz visible. Además o alternativamente, la fuente 102 de luz germicida se puede configurar para generar luz germicida azul violeta visible. En cualquier caso, la fuente 102 de luz germicida puede ser una fuente de luz germicida pulsada o puede ser una fuente de luz germicida continua. En el último caso, el aparato 100 puede incluir circuitos para encender y apagar la fuente de luz germicida continua a una frecuencia determinada tal que se puedan generar pulsos de luz recurrentes a partir de la fuente de luz germicida continua.

La fuente 112 de luz visible puede incluir cualquier fuente 102 de luz que esté configurada para generar luz visible, incluidas aquellas que pueden producir luz continua y las que producen luz pulsada. En algunos casos, la fuente 112 de luz visible puede generar adicionalmente luz que no es visible. En realizaciones particulares, la fuente 112 de luz visible puede generar adicionalmente luz germicida, tal como luz ultravioleta germicida y luz azul violeta visible germicida. En algunos de dichos casos, la fuente 112 de luz visible puede generar el mismo tipo de luz que la fuente 102 de luz germicida y, en disposiciones adicionales, puede ser una fuente de luz de tipo similar a la fuente 102 de luz germicida (es decir, las fuentes de luz generan luz de la misma manera). Sin embargo, en otros casos, la fuente 112 de luz visible puede no estar configurada para generar luz germicida. Los ejemplos de lámparas de luz visible que pueden considerarse incluyen, entre otros, lámparas LED, lámparas fluorescentes y cualquier tipo de fuente de luz germicida que produzca luz visible.

En cualquier caso, la luz visible generada por la fuente 112 de luz visible puede tener una intensidad media de al menos aproximadamente el 90% de la intensidad media de luz visible proyectada desde la fuente 102 de luz germicida o pasada a través de un filtro óptico que rodea la fuente 102 de luz germicida, si corresponde. En algunas disposiciones, la luz visible generada por la fuente 112 de luz visible puede tener una intensidad mayor que la intensidad de luz visible proyectada desde la fuente 102 de luz germicida o pasar a través de un filtro óptico que rodea la fuente 102 de luz germicida, si corresponde. Por ejemplo, en disposiciones en las que la fuente 112 de luz visible emite luz continua, la intensidad de la luz visible generada por la fuente 112 de luz visible puede ser al menos aproximadamente un 150% mayor que la intensidad de la luz visible proyectada desde la fuente 102 de luz germicida o pasada a través de un filtro óptico que rodea la fuente de luz germicida, si corresponde. Alternativamente, en disposiciones en las que la fuente 112 de luz visible genera pulsos de luz visible, la luz visible generada por la fuente 112 de luz visible puede tener una intensidad media entre aproximadamente el 90% y aproximadamente el 110% de la intensidad media de luz visible proyectada desde la fuente 102 de luz germicida o pasada a través de un filtro óptico que rodea la fuente de luz germicida, si corresponde. En general, dichas intensidades pueden medirse a cualquier distancia dada de las fuentes de luz, pero puede ser particularmente adecuado si las intensidades señaladas se miden a una distancia dada de 1,0 metro o más de las fuentes de luz y, en algunos casos, a distancias de 2,0 metros o más o incluso 3,0 metros o más de las fuentes de luz. De esta manera, la proyección de luz visible desde la fuente 112 de luz visible puede ser suficiente para enmascarar o ser sustancialmente equivalente (es decir, +/- 10%) a la proyección de luz visible desde la fuente 102 de luz germicida.

En algunos casos particulares, la fuente 112 de luz visible puede incluir configuraciones dimensionales similares (es decir, forma y tamaño) a la fuente 102 de luz germicida. Por ejemplo, puede ser ventajoso que la fuente 112 de luz visible y la fuente 102 de luz germicida tengan áreas de superficie exterior dentro de aproximadamente el 20% la una de la otra. Tener dichas áreas de superficie comparables puede facilitar que las fuentes de luz emitan una cantidad comparable de luz además de que la luz sea de intensidad comparable. En algunos casos, la fuente 112 de luz visible y la fuente 102 de luz germicida pueden tener áreas de superficie exterior dentro de aproximadamente el 10% o menos la una de la otra. En disposiciones particulares, la fuente 112 de luz visible y la fuente 102 de luz germicida pueden tener aproximadamente las mismas áreas de superficie exterior.

En algunos casos, la lámpara 112 de luz visible puede tintarse para que coincida con el espectro de luz visible generado por la fuente 102 de luz germicida. Adicional o alternativamente, puede ser ventajoso que la fuente 112 de luz visible sea una lámpara que utiliza menos potencia que la fuente 102 de luz germicida. En particular, un proceso de desinfección que utiliza una lámpara de luz visible de este tipo y que también utiliza una fuente de luz germicida pulsada a una frecuencia cuya luz aparenta al ojo humano estar pulsada (por ejemplo, a frecuencias inferiores a 60 Hz) puede requerir menor consumo de potencia en comparación con un proceso de desinfección que utiliza una fuente de luz germicida pulsada a una frecuencia cuya luz aparenta ser continua para el ojo humano. Dicho menor consumo de potencia puede ser un incentivo para usar el proceso de doble lámpara frente a un proceso que únicamente utiliza una fuente de luz germicida.

Aunque no estén necesariamente limitados así, el aparato 100 puede ser un aparato de desinfección de habitaciones/zonas y, por lo tanto, la fuente 102 de luz germicida y la fuente 112 de luz visible pueden configurarse para distribuir la luz de manera amplia a un ambiente de una zona/habitación en la que el aparato 100 esté situado. Además, la fuente 102 de luz germicida y la fuente 112 de luz visible pueden configurarse dentro de los aparatos descritos en la presente memoria para distribuir luz a las superficies dentro de una habitación o zona que están a más de 1,0 metro o incluso 2,0 o 3,0 metros del aparato 100. En disposiciones específicas, la fuente 102 de luz germicida y la fuente 112 de luz visible pueden configurarse para tener patrones espaciales de dispersión de luz sustancialmente similares. Las fuentes de luz pueden tener cualquier forma, tamaño o configuración para lograr dichos objetivos. En disposiciones específicas, la fuente 10 de luz germicida y la fuente 112 de luz visible pueden estar dispuestas longitudinalmente perpendiculares a un plano horizontal de una estructura de soporte de un aparato según se muestra en la fig. 8.

Se pueden incluir en el aparato 100 otros elementos que pueden favorecer o mejorar la desinfección dentro de una habitación o zona, particularmente a distancias de 1,0, 2,0 o 3,0 metros del aparato 100. Anteriormente se describieron varios ejemplos en relación con las figs. 1-3 y no se reiteran por razones de brevedad. Además, el aparato 100 puede incluir cualquiera de los elementos descritos en referencia a los aparatos descritos en referencia a las figs. 1-3, que incluyen, entre otros, los elemento/s 26 de almacenamiento de energía, la circuitería 28 de tensión de disparo, la circuitería 30 de alimentación, la circuitería 32 de duración de pulso, las instrucciones 34 de programa, el procesador

36, la batería 38 opcional, la interfaz 40 de usuario remoto, el cable 42 de alimentación, las ruedas 44, el sensor 46 de presencia, una interfaz de usuario en el aparato (adicional o alternativa a la interfaz 40 de usuario remoto), un asa para contribuir a la portabilidad del aparato, una toma de corriente (adicional o alternativa al cable 42 de alimentación) y/o sensores adicionales, tales como sensores de presencia adicionales y sensores de luz. Algunos de dichos elementos no se muestran en el aparato 100 para simplificar el dibujo de la fig. 9. Además, algunos de dichos elementos no se describen en referencia al aparato 100 en aras de la brevedad.

Como se muestra en la fig. 8, el aparato 100 puede incluir circuitería 26 de fuente de alimentación, circuitería 108 de pulso, instrucciones 28 de programa, procesador 30, batería 32, interfaz 34 de usuario remoto y sensor 48 de presencia. En general, la circuitería 26 de fuente de alimentación está configurada para suministrar energía a cada una de las fuentes 102 y 112 de luz para la operación de las mismas y la circuitería de pulsos está configurada para posibilitar los pulsos de luz en la fuente 102 de luz germicida y posiblemente en la fuente 112 de luz visible, dependiendo de si la luz de la fuente de luz visible ha de ser emitida en pulsos recurrentes o de manera continua. En los casos en los que la fuente 102 de luz visible se opera para generar luz visible de manera continua, la luz visible puede servir para enmascarar sustancialmente la luz visible generada por la fuente de luz germicida. Por el contrario, en los casos en los que la fuente 102 de luz visible se opera para generar pulsos recurrentes de luz visible, los pulsos de luz visible de la fuente de luz visible pueden proyectarse entre proyecciones de luz de la fuente de luz germicida de manera que las proyecciones de luz visible de las dos fuentes de luz produzcan un flujo conjunto de luz visible pulsada a una frecuencia mayor de 60 Hz minimizando la inducción de convulsiones. En tales casos, la fuente de luz germicida y la fuente de luz visible se pulsan a la misma frecuencia, pero con una diferencia de fase entre sí. Las duraciones del pulso de la fuente de luz germicida y de la fuente de luz visible pueden ser iguales o diferentes.

La fig. 9 ilustra un diagrama de las dos opciones operativas de generar luz en cada una de las fuentes 102 y 112 de luz la una respecto de la otra. En particular, la fig. 9 muestra el bloque 120 que indica que el pulso de luz se genera en una fuente de luz germicida. Además, la fig. 9 muestra el bloque 122 que indica que la luz generada en una fuente de luz visible distinta de la fuente de luz germicida se genera de forma continua o se pulsa. Además, la fig. 9 muestra el bloque 124 que indica que la generación de luz a partir de las dos fuentes de luz se rige de tal manera que las proyecciones de luz visible desde la fuente de luz visible y las proyecciones de luz visible desde la fuente de luz germicida producen un flujo continuo de luz visible o un flujo conjunto de luz visible pulsada a una frecuencia mayor de 60 Hz.

Como se indicó anteriormente, un filtro óptico configurado para atenuar una mayor parte o toda la luz visible generada a partir de una fuente de luz germicida puede usarse para enmascarar la generación de luz visible de la fuente de luz germicida. Se observa que el uso de dicho filtro óptico no se limita a realizaciones en las que la fuente de luz germicida se pulsa a una frecuencia entre 3 Hz y 50 Hz. En particular, cualquiera de los aparatos descritos en la presente memoria puede incluir un filtro óptico configurado para atenuar una mayoría o toda la luz visible generada a partir de la fuente de luz germicida, independientemente de la frecuencia de pulso de la luz generada desde la misma. Sin embargo, se observa que un filtro óptico configurado para atenuar la luz visible generalmente reduce la eficacia germicida de los aparatos de desinfección de habitaciones, particularmente a distancias de 1, 2 y 3 metros de una fuente de luz germicida de un aparato. Por lo tanto, en algunos casos, puede ser ventajoso suprimir un filtro óptico para atenuar la luz visible en los aparatos descritos en la presente memoria.

Los expertos en la técnica que tengan la ayuda de esta descripción apreciarán que se han descrito sistemas y métodos de desinfección por luz pulsada que disparan una fuente de luz germicida pulsada a una frecuencia mayor de 3 Hz. Otras modificaciones y disposiciones alternativas de diversos aspectos de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica a la vista de esta descripción. Por consiguiente, esta descripción debe interpretarse solamente como ilustrativa y tiene el propósito de enseñar a aquellos expertos en la técnica la forma general de llevar a cabo la invención. Debe entenderse que las formas de la invención mostradas y descritas en la presente memoria deben tomarse como las realizaciones actualmente preferidas. Los elementos y materiales pueden sustituirse por aquellos ilustrados y descritos en la presente memoria, las piezas y los procesos pueden invertirse, y ciertos elementos de la invención pueden utilizarse de forma independiente, todo lo que sería evidente para un experto en la técnica después de tener la ayuda de esta descripción de la invención. Se pueden hacer cambios en los elementos descritos en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención según se describe en las siguientes reivindicaciones. El término "aproximadamente" según se usa en la presente memoria se refiere a variaciones de hasta +/- 5% del número indicado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reducir la contaminación bacteriana en superficies en un espacio cerrado que es adecuado para la ocupación humana, en donde el método comprende:

generar pulsos de luz a una frecuencia mayor que aproximadamente 20 Hz a partir de una fuente de luz germicida de un aparato de desinfección que está dispuesto en un espacio cerrado que es adecuado para la ocupación humana; y

proyectar los pulsos de luz a superficies en el espacio cerrado al menos 1,0 metros del aparato de desinfección, en donde los pulsos de luz generados por la fuente de luz germicida comprenden una duración de pulso y un flujo de energía suficientes para generar un flujo de energía entre aproximadamente 200 W/m^2 y aproximadamente 5000 W/m^2 de luz ultravioleta en el intervalo de longitud de onda entre 200 nm y 320 nm en las superficies.

2. El método de la reivindicación 1, que además comprende inhibir o terminar la operación del aparato de desinfección basado en una señal de detección de un sensor de ocupación que comprende el aparato de desinfección.

3. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de proyectar los pulsos de luz comprende proyectar los pulsos de luz directamente a superficies en el espacio cerrado al menos 2,0 metros del aparato de desinfección.

4. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de generar los pulsos de luz comprende generar los pulsos de luz a una frecuencia mayor que aproximadamente 40 Hz.

5. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de generar los pulsos de luz comprende generar los pulsos de luz a una frecuencia mayor que aproximadamente 60 Hz.

6. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de generar los pulsos de luz comprende generar los pulsos de luz a una frecuencia entre aproximadamente 55 Hz y aproximadamente 80 Hz.

7. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de generar los pulsos de luz comprende generar los pulsos de luz a una frecuencia mayor que aproximadamente 80 Hz.

8. El método de la reivindicación 1, en donde los pulsos de luz generados por la fuente de luz germicida comprenden una duración de pulso y un flujo de energía suficientes para generar un flujo de energía entre aproximadamente 200 W/m^2 y aproximadamente 2500 W/m^2 de luz ultravioleta en el intervalo de longitud de onda entre 200 nm y 320 nm en las superficies.

9. El método de la reivindicación 1, en donde los pulsos de luz generada por fuente de luz germicida comprenden una duración de pulso y un flujo de energía suficientes para generar un flujo de energía entre aproximadamente 200 W/m^2 y aproximadamente 1000 W/m^2 de luz ultravioleta en el intervalo de longitud de onda entre 200 nm y 320 nm en las superficies.

10. El método de la reivindicación 1, que además comprende mover automáticamente la fuente de luz germicida con relación a una estructura de soporte del aparato de desinfección durante las etapas de generación y proyección de los pulsos de luz.

11. El método de la reivindicación 1, que además comprende mover automáticamente el aparato de desinfección durante las etapas de generación y proyección de los pulsos de luz.

12. El método de la reivindicación 1, en donde la fuente de luz germicida es una fuente de luz germicida policromática.

13. El método de la reivindicación 1, en donde la fuente de luz germicida genera luz ultravioleta y luz visible, en donde el método además comprende generar pulsos de luz desde una fuente de luz visible distinta de la fuente de luz germicida de forma que las proyecciones combinadas de luz visible desde la fuente de luz visible y la fuente de luz germicida producen un flujo continuo de luz visible o un flujo conjunto de luz visible pulsada a una frecuencia mayor que 50 Hz.

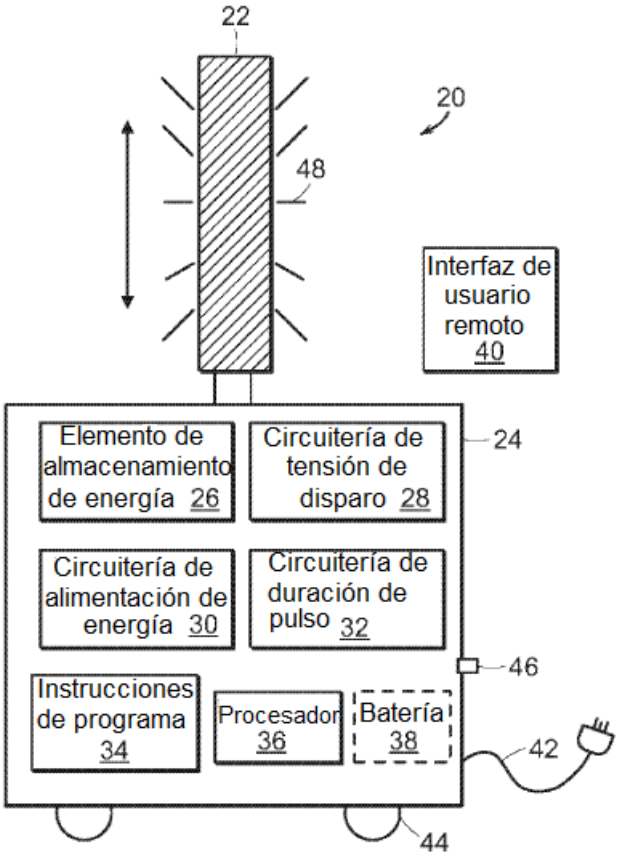


FIG. 1

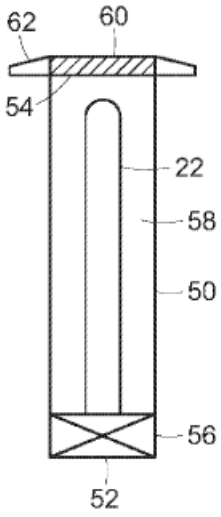


FIG. 2

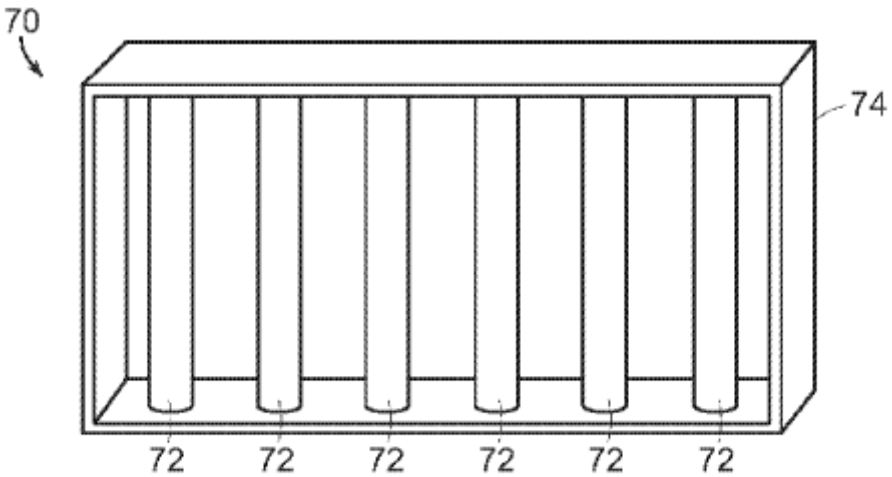


FIG. 3

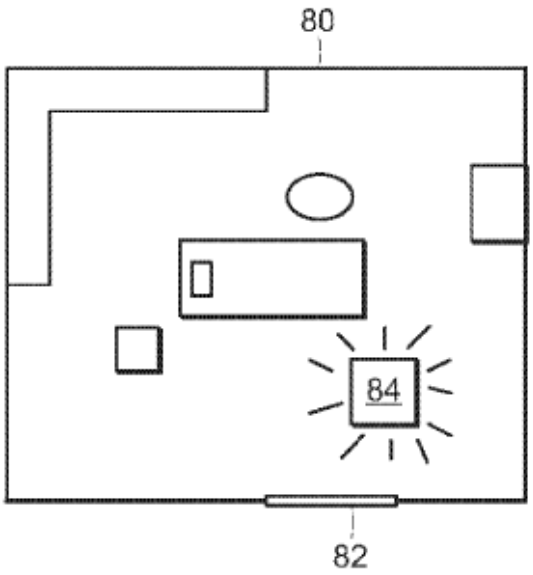


FIG. 4

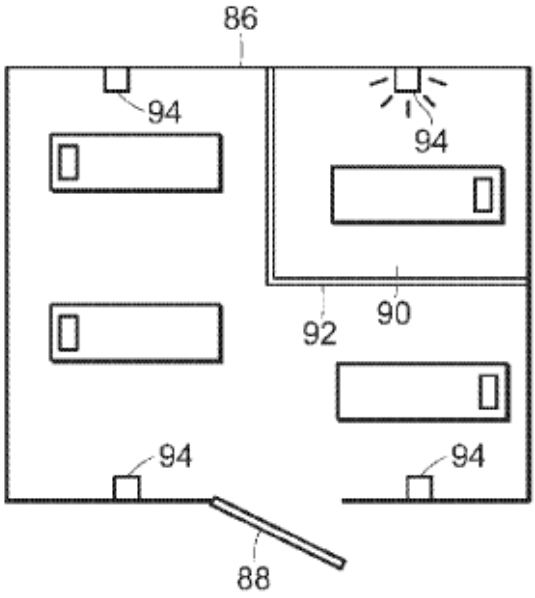


FIG. 5

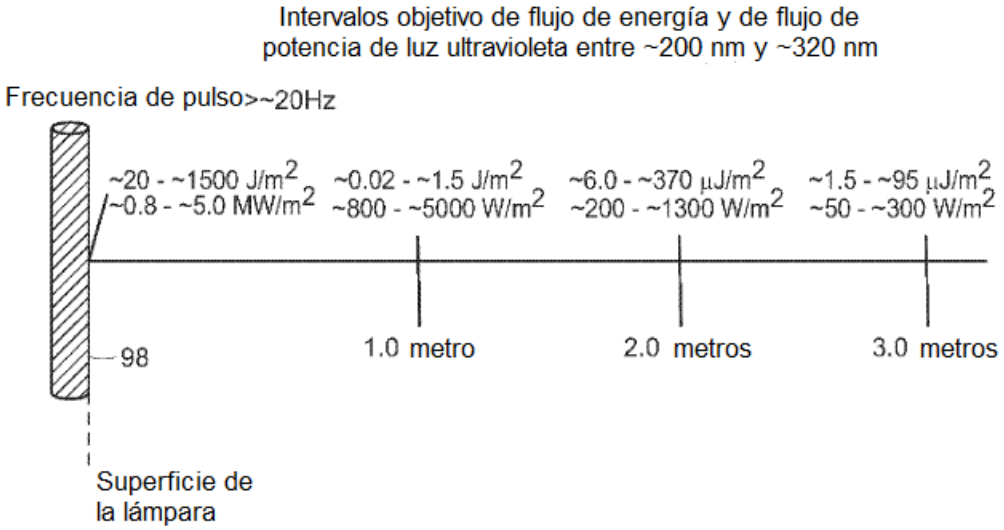


FIG. 6

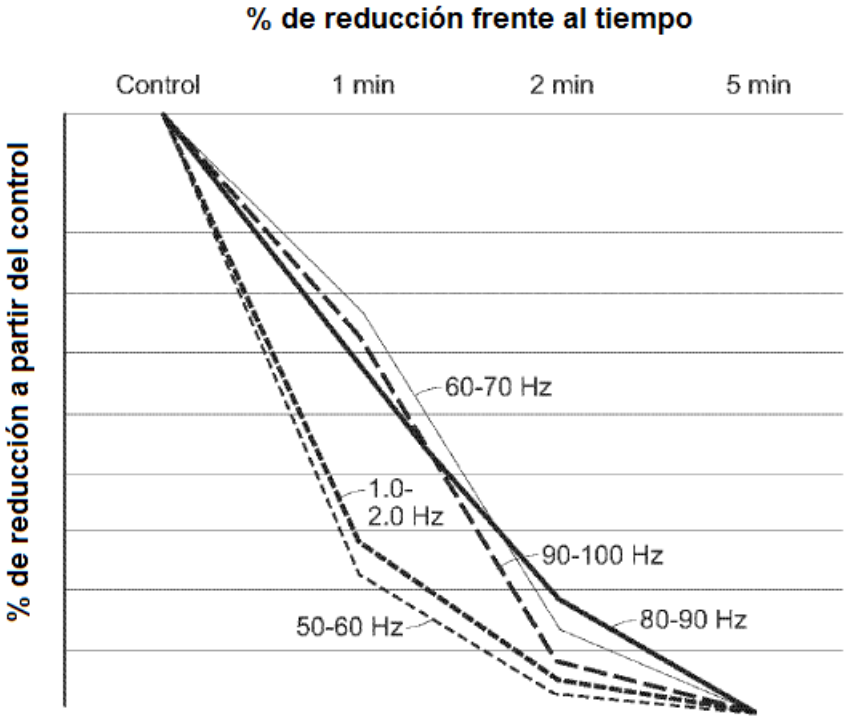

% de reducción frente al tiempo
Control
1 min
2 min
5 min
% de reducción a partir del control
60-70 Hz
1.0-
2.0 Hz
90-100 Hz
80-90 Hz
50-60 Hz

FIG. 7

FIG. 8

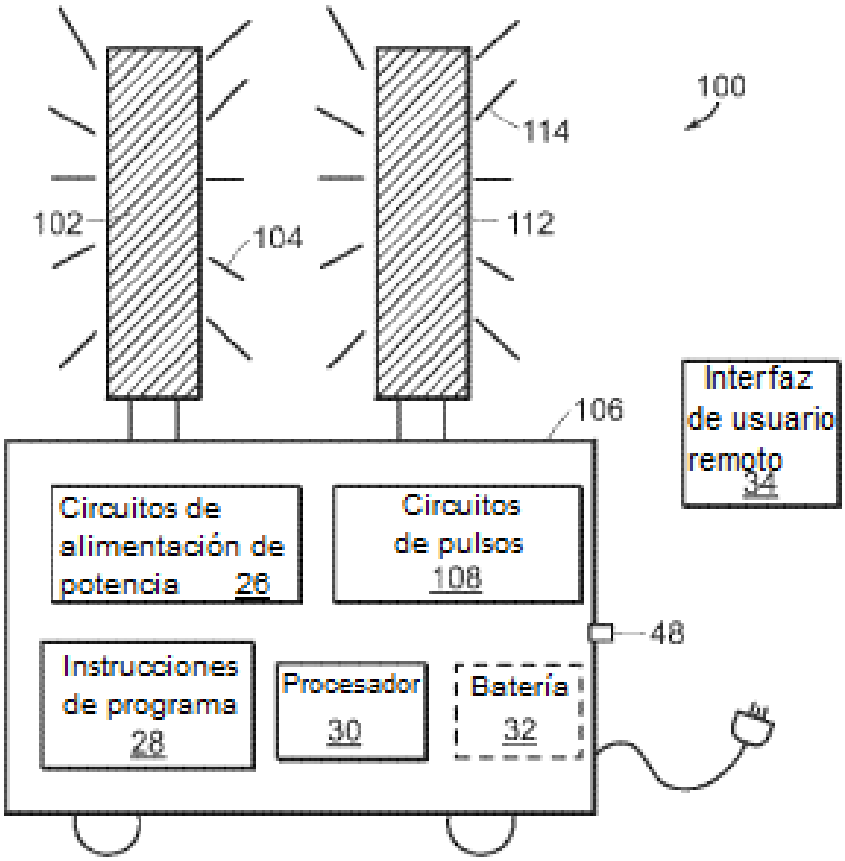
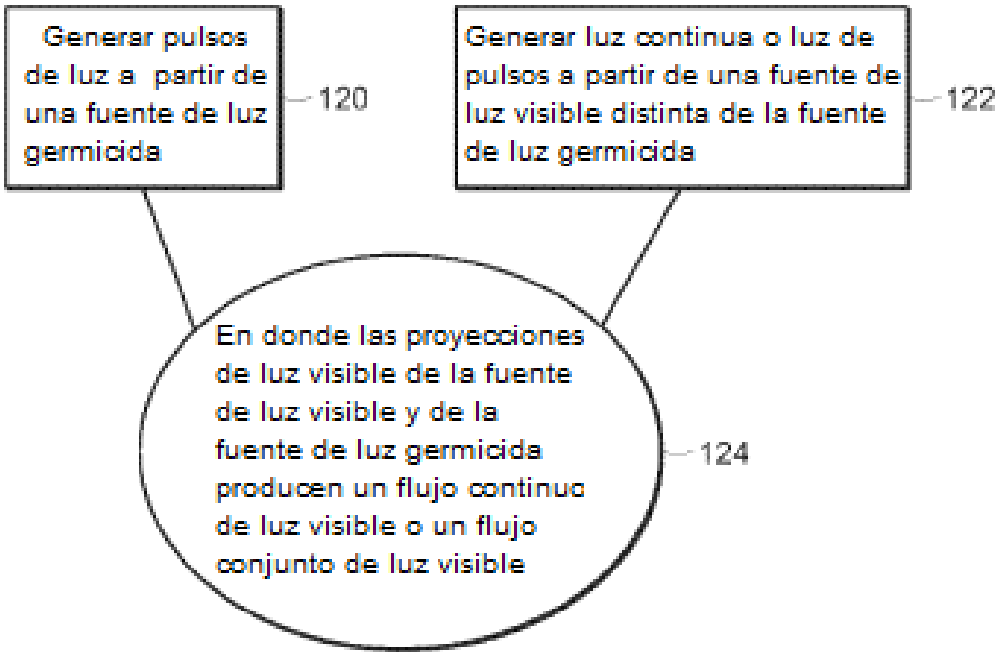

100
114
102
104
112
106
Interfaz de usuario remoto 34
Circuitos de alimentación de potencia 26
Circuitos de pulsos 108
48
Instrucciones de programa 28
Procesador 30
Batería 32

FIG. 9


Generar pulsos de luz a partir de una fuente de luz germicida
120
Generar luz continua o luz de pulsos a partir de una fuente de luz visible distinta de la fuente de luz germicida
122
En donde las proyecciones de luz visible de la fuente de luz visible y de la fuente de luz germicida producen un flujo continuo de luz visible o un flujo conjunto de luz visible
124