

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 410**

51 Int. Cl.:

**G01N 27/22** (2006.01)

**G01N 33/00** (2006.01)

**A61L 2/20** (2006.01)

**A61L 2/28** (2006.01)

**B01D 53/84** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2004 PCT/US2004/015400**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2005 WO05001413**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2004 E 04752416 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 1631819**

54 Título: **Método para desactivar una contaminación en una cámara de flujo continuo**

30 Prioridad:

**06.06.2003 US 456380**

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

**18.01.2018**

73 Titular/es:

**STERIS CORPORATION (100.0%)**

**5960 HEISLEY ROAD**

**MENTOR, OH 44060, US**

72 Inventor/es:

**CENTANNI, MICHAEL, A.**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 650 410 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método para desactivar una contaminación en una cámara de flujo continuo

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para formular y determinar concentraciones de sustancias químicas desactivantes en una mezcla de gases dentro de una cámara.

**10 Antecedentes de la invención**

El grado de polaridad de una molécula se expresa en términos de un "momento dipolar". Las moléculas, tal como agua, que muestran una separación de carga dentro de la molécula, tienen momentos dipolares no nulos. Si las cargas separadas son iguales en magnitud, pero de signo opuesto, la magnitud del momento dipolar es igual al producto del valor de una de las cargas separadas y la distancia de separación entre las cargas. El momento dipolar es un vector que apunta desde el lado cargado negativamente de la molécula al lado cargado positivamente de la molécula. El momento dipolar depende de tres factores, es decir, (1) la polaridad de la molécula, (2) la magnitud de la carga separada, y (3) la geometría de la molécula. Se sabe que diferentes moléculas tendrán diferentes momentos dipolares. Por ejemplo, las moléculas de sustancias químicas desactivantes, tal como ozono (O<sub>3</sub>), y peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), tienen diferentes momentos dipolares que las moléculas de agua (H<sub>2</sub>O).

La presente invención usa diferencias en los momentos dipolares de diferentes moléculas como un medio para formular y controlar la concentración de un componente químico en una mezcla de gases.

25 El documento WO 98/00176 divulga un método de descontaminación de objetos con un único esterilizante. La concentración del esterilizante se sigue por un elemento sensor de gas semiconductor que mide, por ejemplo, la capacitancia como la característica eléctrica.

30 El documento US 2003/0102007 divulga un método para la descontaminación de equipo con líquidos limpiadores. Se prevé el pretratamiento del equipo humedeciéndolo con agua.

**Compendio de la invención**

35 Según la presente invención, se proporciona un método con las características de la reivindicación 1. Se dan formas de realización ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

Según la presente invención, se proporciona un método para desactivar una contaminación en una mezcla de gases dentro de una cámara de flujo continuo, el método comprende las etapas de: (a) seleccionar al menos una contaminación que se va a desactivar en la cámara; (b) determinar al menos un primer y un segundo componente químico, y respectivas primera y segunda concentraciones predeterminadas, para desactivar eficazmente dicha al menos una contaminación; (c) introducir el primer componente químico en la cámara; (d) aumentar la concentración del primer componente químico en la cámara hasta la primera concentración predeterminada; (e) introducir el segundo componente químico en la cámara; y (f) aumentar la concentración del segundo componente químico en la cámara hasta la segunda concentración predeterminada, en donde el primer y segundo componentes químicos son utilizables para la desactivación de la contaminación y la concentración del primer y segundo componentes químicos para desactivar eficazmente la contaminación está determinada por (1) exponer al menos un condensador, que tiene una primera y segunda placas conductoras, al primer y segundo componentes químicos introducidos en la cámara; y (2) determinar un cambio en una propiedad eléctrica del al menos un condensador, en donde dicho cambio en la propiedad eléctrica varía según cambios en las concentraciones del primer y segundo componentes químicos; y mantener el primer y segundo componentes químicos en la cámara a las respectivas primera y segunda concentraciones predeterminadas durante un periodo de tiempo suficiente para desactivar una contaminación.

Además, también se proporciona un sistema para desactivar una contaminación dentro de una cámara de flujo continuo, el sistema comprende: (a) medios para introducir secuencialmente un primer componente químico y un segundo componente químico en la cámara, dicho primer y segundo componente químico son utilizables para la desactivación de la contaminación; (b) medios de control de flujo para aumentar la concentración del primer componente químico en la cámara hasta una primera concentración predeterminada, y aumentar la concentración del segundo componente químico en la cámara hasta una segunda concentración predeterminada, la concentración predeterminada del primer y segundo componentes químicos está determinada para desactivar eficazmente la contaminación; (c) un condensador que tiene una primera y segunda placas, en donde dicho condensador se expone al primer y segundo componentes químicos secuencialmente introducidos en la cámara; y (d) medio sensor para determinar un cambio en una propiedad eléctrica del condensador, en donde dicho cambio en la propiedad eléctrica varía según cambios en las concentraciones del primer y segundo componentes químicos.

65 Además, se proporciona un sistema para desactivar contaminación dentro de una cámara de flujo continuo, el sistema comprende: (a) medio de entrada para seleccionar al menos una contaminación que se va a desactivar en la

cámara; (b) medios para determinar al menos un primer y segundo componente químico, y respectivas primera y segunda concentraciones predeterminadas, para desactivar eficazmente dicha al menos una contaminación; (c) medios para introducir secuencialmente un primer componente químico y un segundo componente químico en la cámara; (d) medios de control de flujo para aumentar la concentración del primer componente químico en la cámara hasta una primera concentración predeterminada, y aumentar la concentración del segundo componente químico en la cámara hasta una segunda concentración predeterminada; (e) un condensador que tiene una primera y segunda placas, en donde dicho condensador se expone al primer y segundo componentes químicos secuencialmente introducidos en la cámara; y (f) medio sensor para determinar un cambio en una propiedad eléctrica del condensador, en donde dicho cambio en la propiedad eléctrica varía según cambios en las concentraciones del primer y segundo componentes químicos.

Además, se proporciona un método para controlar la concentración de una pluralidad de componentes químicos en una mezcla de gases en una cámara, el método comprende las etapas de: (a) almacenar una pluralidad de conjuntos de datos en una memoria, cada conjunto de datos, respectivamente indicativo de la descomposición de un componente químico, en donde cada conjunto de datos incluye valores de una propiedad eléctrica de un condensador asociada con las concentraciones del componente químico como función del tiempo; y (b) reponer la concentración de al menos uno de los componentes químicos después de un periodo de tiempo de operación según la pluralidad de los conjuntos de datos.

Una ventaja de la presente invención es la provisión de un método para formular y controlar concentraciones químicas que percibe la concentración usando propiedades eléctricas de un condensador.

Otra ventaja de la presente invención es la provisión de un método para formular y controlar concentraciones químicas en una mezcla de gases compuesta de múltiples componentes químicos.

Aún otra ventaja de la presente invención es la provisión de un método para formular y controlar concentraciones químicas que es sencillo y barato de implementar.

Estas y otras ventajas serán aparentes de la siguiente descripción de una forma de realización preferida junto con las figuras acompañantes y las reivindicaciones adjuntas.

#### **Breve descripción de las figuras**

La invención puede tomar forma física en ciertas partes y disposición de partes, una forma de realización preferida de la cual se describirá en detalle en la especificación y se ilustrará en las figuras acompañantes que forman parte de la misma, y en donde:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de formulación y control de concentración química, según una forma de realización preferida de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un circuito sensor;

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un primer circuito sensor alternativo;

La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra un segundo circuito sensor alternativo; y

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para formular y controlar la concentración química en una cámara.

#### **Descripción detallada de una forma de realización preferida**

Se debe entender que el término "gas", como se usa en el presente documento, incluye (a) componentes químicos que son gases a temperatura ambiente, y (b) componentes químicos que están en una fase vapor debido a la evaporación de un líquido. Además, mientras que en el presente documento se describe una forma de realización preferida de la presente invención con referencia particular a la desactivación de biocontaminación, se contempla que la invención también se pueda usar en la desactivación de otros tipos de contaminación incluyendo, pero no limitado a, agentes de guerra biológica y agentes de guerra química (es decir, agentes de organoazufre, tal como gas mostaza (H, HD, HS); agentes nerviosos de serie G (es decir, agentes nerviosos de organofosfato), tal como tabún (GA), sarín (GB), somán (GD) y ciclosarín (GF); agentes nerviosos de la serie V, tal como VX, VE, VG, VM y gas V; bacterias vegetativas y formadoras de endosporas (por ejemplo, carbunco); hongos; y virus).

Con referencia ahora a las figuras en donde las exposiciones son para fines de ilustrar una forma de realización preferida de la invención solo y no para fines de limitar la misma, la figura 1 muestra un sistema desactivador de contaminación 10, según una forma de realización preferida de la presente invención. El sistema 10 incluye fuentes químicas 70A-70C, válvulas 72A-72C, caudalímetros 74A-74C, conductos 75A-75C, una cámara de tratamiento 100, y un sistema de formulación y control de la concentración química. Las fuentes químicas 70A-70C respectivamente

proporcionan una fuente de las sustancias químicas A, B y C. Los conductos 75A-75C respectivamente proporcionan una ruta de viaje para que las sustancias químicas A, B y C entren en la cámara 100. Las válvulas 72A-72C son móviles entre posiciones abiertas y cerradas para controlar respectivamente el flujo de las sustancias químicas A, B y C en los conductos 75A-75C. Cuando se generan las sustancias químicas A, B o C en un proceso de evaporación (por ejemplo, peróxido de hidrógeno vaporizado), las válvulas respectivas 72A-72C se pueden omitir del sistema 10. Los caudalímetros 74A-74C son preferiblemente caudalímetros convencionales compuestos de un dispositivo primario, un transductor y un transmisor. El transductor percibe el fluido que pasa a través del dispositivo primario. El transmisor produce una señal de flujo utilizable a partir de la señal cruda del transductor. El flujo de gas a través de los conductos 75A-75C se regula de forma precisa usando los caudalímetros 74A-74C.

Se debe entender que las sustancias químicas A, B y C pueden incluir "sustancias químicas desactivantes" (incluyendo, pero no limitadas a sustancias químicas antimicrobianas), así como "sustancias químicas base" y "sustancias químicas de pretratamiento". Las sustancias químicas base actúan como un diluyente para una sustancia química desactivante, o como un vehículo o un soporte para una sustancia química desactivante. La sustancia química base puede ser ella misma una sustancia química desactivante o tener propiedades desactivantes. Las sustancias químicas de pretratamiento incluyen sustancias químicas que hacen una contaminación más susceptible a la desactivación por una sustancia química desactivante. En el caso de priones, las sustancias químicas de pretratamiento pueden operar para cambiar un estado conformacional de los priones, haciendo los priones más susceptibles a la desactivación. Además, mientras se describe una forma de realización preferida de la presente invención con referencia a un sistema 10 que usa tres sustancias químicas A, B y C, el número de sustancias químicas usadas para la desactivación de la contaminación puede ser mayor o menor de tres.

En una forma de realización preferida, la cámara 100 proporciona una región en donde artículos, dispositivos, aparatos y otros objetos se exponen a una pluralidad de sustancias químicas desactivantes para efectuar la desactivación de biocontaminación (por ejemplo, descontaminación o esterilización). En la forma de realización ilustrada, la cámara 100 es una cámara de "flujo continuo" que tiene puertos de entrada 110A-110C en comunicación con los conductos 75A-75C, y un puerto de salida 120. El volumen de la cámara 100 puede variar desde menos de 1 pie cúbico hasta más de 1 millón de pies cúbicos. Se puede proporcionar un extractor o ventilador (no mostrado) para facilitar el flujo de las sustancias químicas A, B y C a través de la cámara 100. Un filtro (por ejemplo, un filtro retentivo de bacterias) puede estar localizado en un puerto de salida 120 para prevenir la entrada de contaminantes en la cámara 100 a través del puerto de salida 120.

El sistema que formula y controla la concentración de sustancias químicas generalmente está compuesto de un circuito sensor 20, una unidad procesadora 50, una unidad de salida 62, y una unidad de entrada 64. El circuito sensor 20 incluye un condensador  $C_x$  para percibir la concentración de componentes químicos en una mezcla de gases dentro de la cámara 100, como se describirá en detalle posteriormente. Se debe apreciar que el sistema de formulación y control de concentración química puede incluir una pluralidad de circuitos sensores 20 para percibir la concentración de componentes químicos en más de una región de la cámara 100.

Una mezcla de gases en la cámara 100 puede incluir (pero no está limitado a) componentes químicos que son sustancias químicas desactivantes para desactivación de biocontaminación, tal como sustancias químicas antimicrobianas (por ejemplo, descontaminantes y esterilizantes), sustancias químicas "base", y aire. El inventor contempla que la mezcla de gases pueda incluir componentes químicos no específicamente identificados en el presente documento, así como componentes químicos no relacionados a un proceso de desactivación de biocontaminación, incluyendo sustancias químicas que tienen diferentes momentos dipolares.

En una forma de realización preferida, la unidad procesadora 50 opera con el circuito sensor 20, recibe datos de señales de flujo de los caudalímetros 74A-74C, y produce señales de control para las válvulas 72A-72C. Además, la unidad procesadora 50 también puede producir otras señales de control para la operación de otros elementos del sistema, tal como medios de control (no mostrados) para controlar la producción de un gas (por ejemplo, un sistema de evaporación) en las fuentes 70A-70C. La unidad procesadora 50 también puede producir señales a una unidad de salida 62 para proporcionar información operadora en una forma audible y/o visual. Según esto, la unidad de salida 62 puede tomar la forma de un altavoz de audio y/o un monitor visual. La unidad de entrada 64 proporciona un medio para introducir información en la unidad procesadora 50. A este respecto, la unidad de entrada 64 puede tomar la forma de un teclado, teclado numérico, interruptores, y similares. En una forma de realización preferida, la unidad procesadora 50 toma la forma de un microordenador o microcontrolador, que incluye una memoria 52 para el almacenamiento de datos.

Con referencia ahora a la figura 2, se muestra un esquema detallado de un circuito sensor ejemplar 20. El circuito sensor 20 toma la forma de un "circuito en puente". Como saben bien los expertos en la materia, los circuitos en puente se usan para determinar el valor de una impedancia desconocida en términos de otras impedancias de valor conocido. Son posibles medidas muy fiables porque se usa una condición nula para determinar la impedancia desconocida. El circuito en puente se usa para determinar un valor de capacitancia indicativo de las concentraciones de los componentes químicos en la cámara 100. En la forma de realización mostrada en la figura 2, el circuito sensor 20 generalmente está compuesto de una fuente de voltaje 22, un detector de nulos 30, un potenciómetro electrónico

## ES 2 650 410 T3

40, un condensador  $C_1$  de capacitancia conocida, y un condensador  $C_x$ . El condensador  $C_1$  es un condensador convencional situado fuera de la cámara 100, o está aislado de la mezcla de gases dentro de la cámara 100.

5 El condensador  $C_x$  se expone directamente a una mezcla de gases dentro de la cámara 100, en donde la mezcla de gases llena el hueco entre las placas conductoras del condensador  $C_x$ , actuando de esta manera como un aislante o "dieléctrico" del condensador  $C_x$ . El circuito sensor 20 proporciona datos indicativos de una capacitancia  $C_x$ , correspondiente a una concentración química. A este respecto, la capacitancia  $C_x$  variará según cambios en la concentración de los componentes químicos dentro de la cámara 100.

10 Se debe apreciar que la mezcla de gases puede no ser el único dieléctrico en el hueco entre las placas conductoras del condensador  $C_x$ . A este respecto, se contempla que uno o más materiales dieléctricos sólidos puedan también estar presentes en el hueco incluyendo, pero no limitados a, materiales orgánicos o inorgánicos. Además, se debe entender que las placas del condensador  $C_x$  se pueden calentar para minimizar la condensación en las mismas.

15 En una forma de realización preferida, el condensador  $C_x$  es un condensador de placas paralelas. Sin embargo, se debe apreciar que el condensador  $C_x$  se podría construir de una forma diferente. Por ejemplo,  $C_x$  podría ser un condensador cilíndrico o esférico. Si se usa un condensador esférico como condensador  $C_x$ , se deben colocar agujeros en el caparazón exterior del condensador de modo que la mezcla de gases pueda entrar y salir del condensador.

20 El potenciómetro electrónico 40 funciona de la misma manera que un potenciómetro mecánico. A este respecto, el potenciómetro electrónico 40 es un dispositivo de tres terminales. Entre dos de los terminales hay un elemento resistivo. El tercer terminal conocido como el "frotador" está conectado a varios puntos a lo largo del elemento resistivo. El frotador está digitalmente controlado por la unidad procesadora 50 (véase la figura 1). El frotador divide el elemento resistivo en dos resistores  $R_{BC}$  y  $R_{AC}$ . El potenciómetro electrónico 40 puede tomar la forma de un potenciómetro digitalmente programable (DPP™) disponible de Catalyst Semiconductor, Inc. de Sunnyvale, California.

30 En una forma de realización preferida, la fuente de voltaje 22 proporciona una señal de voltaje de CA, tal como una forma de onda sinusoidal o de pulso. El detector de nulos 30 es un dispositivo para detectar una condición nula (es decir, un cortocircuito), tal como un galvanómetro, un voltímetro, un amplificador selectivo de frecuencia, y similares.

35 La operación del circuito sensor 20 se describirá ahora en detalle. Los elementos del circuito en puente están conectados entre las juntas AC, BC, AD y BD. El potenciómetro electrónico 40 está operado por la unidad procesadora 50 para variar las resistencias  $R_{BC}$  y  $R_{AC}$  hasta que la diferencia de potencial entre las juntas A y B ( $V_{AB}$ ) sea cero. Cuando esta situación existe, se dice que el puente está equilibrado o está "anulado". Las siguientes relaciones se mantienen entonces para voltajes en las ramas principales:

$$V_{AC} = V_{BC}, \text{ y } V_{AD} = V_{BD},$$

40 donde  $V_{AC}$  es el voltaje entre las juntas A y C,  $V_{BC}$  es el voltaje entre las juntas B y C,  $V_{AD}$  es el voltaje entre las juntas A y D, y  $V_{BD}$  es el voltaje entre las juntas B y D. Según esto,

$$45 \quad \begin{aligned} V_{AD}/V_{AC} &= V_{BD}/V_{BC} \\ V_{AD} &= V_{BD}/(V_{AC}/V_{BC}) \end{aligned}$$

50 La capacitancia del condensador  $C_x$  está conectada entre las juntas A y D con una capacitancia conocida del condensador  $C_1$  entre las juntas B y D. El potenciómetro electrónico 40, conectado de la junta A a la junta C a la junta B, se ajusta por la unidad procesadora 50 para variar los voltajes  $V_{AC}$  y  $V_{BC}$ .

55 Cuando se detecta un nulo por el detector de nulos 30, la corriente  $I_1$  fluye desde la junta C a la junta A a la junta D, y una corriente  $I_2$  fluye desde la junta C a la junta B a la junta D. El voltaje  $V_{AC}$  a través de las juntas A a C, y el voltaje  $V_{BC}$  a través de las juntas B a C son:

$$V_{AC} = I_1 R_{AC} \text{ y } V_{BC} = I_2 R_{BC}.$$

El voltaje a través de un condensador con capacitancia C, corriente I, y frecuencia f es:

$$V = \frac{I}{2\pi f C}$$

60 Por tanto, los voltajes  $V_{AD}$  y  $V_{BD}$  se pueden expresar como:

$$V_{AD} = \frac{I_1}{2\pi f C_x}$$

$$V_{BD} = \frac{I_2}{2\pi f C_1}$$

Como se ha discutido anteriormente,  $V_{AD} = V_{BD}(V_{AC}/V_{BC})$ ,  $V_{AC} = I_1 R_{AC}$  y  $V_{BC} = I_2 R_{BC}$ . Por tanto,  $C_x = C_1 \left(\frac{R_{BC}}{R_{AC}}\right)$ .

5 En vista de la relación anterior, cuando se detecta una condición nula, los valores de resistencia  $R_{BC}$  y  $R_{AC}$ , junto con el valor de capacitancia conocido del condensador  $C_1$ , se pueden usar para determinar el valor desconocido de capacitancia para el condensador  $C_x$ .

10 Las diferencias en momentos dipolares de diferentes moléculas se usan para determinar la concentración de un componente químico en una mezcla de gases. A este respecto, la constante dieléctrica de un condensador depende de la "polarizabilidad" electrónica. La polarización es la capacidad de las moléculas de formar un dipolo en un campo eléctrico o la capacidad del campo eléctrico para alinear o rotar un dipolo inherente, tal como moléculas de agua. En el caso de que solo haya un componente químico en la mezcla de gases que tiene un momento dipolar medible, se determina la concentración del componente químico.

15 Como se ha discutido anteriormente, la mezcla de gases llena el hueco entre las placas conductoras del condensador  $C_x$ , actuando de esta manera como un dieléctrico del condensador  $C_x$ . Al configurar un condensador  $C_x$  como un elemento de un circuito en puente, una medida de los valores de resistencia  $R_{AC}$  y  $R_{BC}$ , cuando el puente está equilibrado o anulado, se puede usar para determinar la capacitancia del condensador  $C_x$ . La capacitancia del condensador  $C_x$  es indicativa de concentraciones de los componentes químicos en la cámara 100, ya que la permitividad del dieléctrico respectivo está afectada por las concentraciones de los componentes químicos en la mezcla de gases.

20 Se sabe bien que para un condensador de placas paralelas  $C = (\kappa\epsilon_0)(A/d) = (\epsilon)(A/d)$ , donde  $C$  es la capacitancia,  $\kappa$  es la constante dieléctrica,  $\epsilon_0$  es la permitividad del espacio libre ( $8,85 \times 10^{-12}$  F/m),  $\epsilon$  es la permitividad (faradios/metro) del dieléctrico del condensador,  $A$  es el área de las placas del condensador ( $m^2$ ), y  $d$  es la separación en metros entre las placas del condensador. Según aumenta  $\epsilon$ , la capacitancia  $C$  aumentará. Donde el condensador es un condensador de placas paralelas con placas circulares de diámetro  $D$ ,  $C = (\pi D^2 \epsilon)/(4d)$ .

30 Se apreciará que la constante dieléctrica  $\kappa$  del condensador se puede determinar según la siguiente expresión:

$$\kappa = \frac{4dC}{\pi D^2 \epsilon_0},$$

35 donde el valor de capacitancia,  $C$ , se determina como se ha discutido anteriormente. La constante dieléctrica ( $\kappa$ ) del condensador también se puede determinar determinando la capacitancia con el dieléctrico en lugar entre las placas conductoras ( $C_d$ ), y después determinar la capacitancia sin el dieléctrico en su lugar ( $C_0$ ). La proporción de las dos capacitancias equivale a la constante dieléctrica,

$$\kappa = \frac{C_d}{C_0}.$$

40 La respuesta de condensador está influida por las características (por ejemplo, frecuencia) de la onda de CA aplicada al mismo. A este respecto, la reactancia capacitiva ( $X_c$ ) es una función de la frecuencia. La reactancia capacitiva es la oposición ofrecida al flujo de corriente alterna por la capacitancia pura, y se expresa en ohmios ( $X_c = 1/(2\pi f C)$ ). Según esto, la frecuencia de la onda generada por la fuente de voltaje 22 influye la respuesta de condensadores. Por tanto, la frecuencia seleccionada para la fuente de voltaje 22 debe ser preferiblemente una frecuencia que proporcione una respuesta generalmente lineal para capacitancia según se varía la concentración de un componente químico dentro de la cámara 100. Esto facilitará el uso de interpolación y extrapolación de valores de capacitancia, como se discutirá adicionalmente después. Si no se obtiene una respuesta lineal adecuada, entonces un conjunto expandido de puntos de datos se debe almacenar en la memoria 52.

50 Se debe apreciar que mientras una forma de realización de la presente invención incluye un circuito sensor 20 en forma de un circuito en puente, otros tipos de circuitos y técnicas (incluyendo otros tipos de circuitos en puente, y medidores de capacitancia) que conocen los expertos en la materia, se usan adecuadamente para medir la capacitancia. Por ejemplo, la figura 3 ilustra un circuito sensor alternativo 20A. El circuito sensor 20A es un circuito resonante LC, que tiene un condensador variable  $C_A$  localizado fuera de la cámara 100 (o aislado de otra forma de la

mezcla de gases dentro de la cámara 100), y un condensador  $C_x$  directamente expuesto a la mezcla de gases. A este respecto, el condensador  $C_x$  está localizado en la cámara 100, en donde la mezcla de gases llena el hueco entre las placas conductoras del condensador  $C_x$ , actuando de esta manera como un aislante o “dieléctrico” del condensador  $C_x$ . Puesto que la frecuencia de resonancia  $\omega_0 = [L(C_A + C_x)]^{-1/2}$ , se puede determinar la capacitancia desconocida del condensador  $C_x$ .

La figura 4 ilustra aún otro circuito sensor alternativo 20B adecuado para usar en relación con la presente invención. El circuito sensor 20B es un circuito sensor de “transferencia de carga”. Se reconoce que los circuitos sensores de transferencia de carga proporcionan resoluciones de fracciones de un femtofaradio. En un circuito sensor de transferencia de carga la capacitancia desconocida de un electrodo sensor se determina cargando el electrodo sensor a un potencial fijado, y después transfiriendo esa carga a un detector de carga que comprende un condensador de capacitancia conocida. En el circuito sensor 20B, el condensador  $C_x$  de capacitancia desconocida se sitúa en la cámara 100, en donde la mezcla de gases llena el hueco entre las placas conductoras del condensador  $C_x$ , actuando de esta manera como un aislante o “dieléctrico” del condensador  $C_x$ . El condensador  $C_x$  se conecta primero a un voltaje de referencia de CC ( $V_r$ ) a través de un interruptor  $S_1$ . El interruptor  $S_1$  se reabre después de que  $C_x$  se cargue satisfactoriamente al potencial de  $V_r$ . A continuación, después un retraso tan breve como sea posible de modo que minimice los efectos de pérdida causados por conductancia, un interruptor  $S_2$  se cierra y la carga ( $Q$ ) presente en  $C_x$  se transfiere al condensador  $C_s$  (es decir, el detector de carga). Una vez que la carga  $Q$  está satisfactoriamente transferida al condensador  $C_s$ , el interruptor  $S_2$  se reabre. Leyendo el voltaje  $V_s$ , se puede determinar la capacitancia del condensador  $C_x$ .  $V_s$  se puede introducir a un amplificador para proporcionar la graduación necesaria para presentar a un convertidor de analógico a digital (ADC) con un intervalo útil de voltaje para procesamiento digital. El interruptor  $S_3$  actúa como un medio de reajuste para reajustar la carga entre ciclos de transferencia de carga, de modo que cada ciclo de transferencia de carga tenga una condición inicial consistente. Los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  pueden ser interruptores electromecánicos o transistores. Preferiblemente, se usa lógica de control digital para controlar los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$ . En una forma de realización preferida,  $C_s$  se selecciona para que sea significativamente mayor que  $C_x$ .

Las ecuaciones que rigen el circuito sensor 20B, son como sigue:

$$V_s = V_r [C_x / (C_x + C_s)], \text{ por tanto} \\ C_x = V_s C_s / [V_r - V_s].$$

Se reconoce que en algunos casos, la capacitancia del condensador expuesto a la mezcla de gases localizada en la cámara 100 puede estar en el intervalo de capacitancia de subfemtofaradios a capacitancia de picofaradios baja (por ejemplo, de 0,1 fF a 100 pF), y que cambios en la concentración de componentes químicos en la mezcla de gases pueden producir solo un cambio de capacitancia en el intervalo de capacitancia de picofaradios baja o incluso capacitancias de femtofaradios. Según esto, el circuito sensor usado para medir la capacitancia puede necesitar tener alta sensibilidad para permitir medidas de valores pequeños de capacitancia. Un circuito sensor de alta sensibilidad es el circuito sensor de transferencia de carga descrito anteriormente. Otro circuito de alta sensibilidad está proporcionado por tales dispositivos como el transductor de capacitancia PTL 110 de Process Tomography Limited de Cheshire, Reino Unido. El PTL 110 mide pequeños valores de capacitancia (hasta 10 picofaradios) con una resolución de 1 femtofaradio. Un puente de capacitancia de precisión 1616 de IET Labs, Inc. de Westbury, Nueva York, permite medidas de capacitancias en el intervalo de  $10^{-7}$  pF a 10  $\mu$ F. Tektronix produce el Tektronix 130 LC Meter que mide capacitancias desde 0,3 pF a 3 pF. También se ha reconocido en la bibliografía del estado de la técnica que circuitos sensores de capacitancia que usan amplificadores operativos modernos y convertidores de analógico a digital (ADC) pueden obtener fácilmente resoluciones hasta 0,01 pF.

Se debe apreciar que mientras una forma de realización preferida de la presente invención usa una medida de la capacitancia de un condensador para determinar concentraciones, también se contempla que una medida de otras propiedades eléctricas de un condensador se pueda usar para determinar concentraciones, incluyendo, pero no limitadas a, voltaje, corriente, resistencia, reactancia, carga, permitividad, constante dieléctrica, o un cambio en cualquier otra propiedad eléctrica.

Con referencia a las figuras 1 y 5, la operación de una forma de realización preferida del sistema de formular y controlar la concentración química, se describirá ahora en detalle. La figura 5 proporciona un diagrama de flujo 200 que describe los procesos de formulación y control. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 1, la cámara 100 es una cámara de “flujo continuo”. Según esto, la entrada de sustancias químicas desactivantes en la cámara 100 se mantiene continuamente, y se vacían a través de la cámara 100 saliendo a través del puerto de salida 120.

Mientras que la operación de una forma de realización preferida de la presente invención se describe en el presente documento con referencia a “sustancias químicas desactivantes” para la desactivación de “biocontaminación”, no se pretende que limite el ámbito de la presente invención. Como se ha indicado anteriormente, las sustancias químicas A, B y C se pueden seleccionar de sustancias químicas incluyendo, pero no limitadas a, sustancias químicas desactivantes, sustancias químicas base y sustancias químicas de pretratamiento. Además, como también se

indicado anteriormente, la contaminación que se va a desactivar incluye, pero no está limitada a, biocontaminación, agentes de guerra química o agentes de guerra biológica.

5 Como una etapa inicial, se determina un conjunto de datos (es decir, tabla de datos representativos de un gráfico de capacitancia frente a concentración), que relacionan la capacitancia de un condensador  $C_x$  a la concentración, para cada sustancia química de interés (etapa 210), y se almacena en la memoria 52 (etapa 220). A este respecto, se crean atmósferas de sustancias químicas desactivantes individuales (por ejemplo, dentro de la cámara 100), y se mide la capacitancia del condensador  $C_x$  como función de la concentración. Por ejemplo, el condensador  $C_x$  se expone a concentraciones verificadas de una primera sustancia química desactivante (por ejemplo, ozono) para  
10 determinar un conjunto de datos asociados con la primera sustancia química desactivante. Después de que la cámara 100 se evacue, el condensador  $C_x$  se expone a concentraciones verificadas de una segunda sustancia química desactivante (por ejemplo, óxido de etileno) para determinar un conjunto de datos asociados con la segunda sustancia química desactivante. Las etapas anteriores se repiten para obtener conjuntos de datos adicionales para otras sustancias químicas desactivantes (por ejemplo, dióxido de cloro y peróxido de hidrógeno vaporizado).

15 Se debe apreciar que las concentraciones de las sustancias químicas desactivantes se pueden verificar usando herramientas analíticas bien conocidas. La herramienta analítica preferiblemente se selecciona según intervalos de concentración, tamaño de la región, tiempo de respuesta deseado, y duración de la medida. Los ejemplos de herramientas analíticas bien conocidas para medir las concentraciones de componentes químicos incluyen, pero no están limitados a, espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), y espectroscopía infrarroja cercana de alta calidad (NIR).

20 Después de almacenar los conjuntos de datos en la memoria 52 para cada sustancia química desactivante de interés, la unidad procesadora 50 puede comenzar las operaciones de "formulación". Con referencia a la etapa 230 (Fig. 5), un usuario selecciona una o más biocontaminaciones para ser tratadas usando la unidad de entrada 64 (por ejemplo, esporas, hongos, virus, bacterias, priones, y otros biocontaminantes). La unidad procesadora 50 determina entonces una formulación apropiada de sustancias químicas desactivantes para la desactivación del uno o más contaminantes seleccionados (etapa 240). A este respecto, la unidad procesadora 50 está preprogramada con datos para determinar las concentraciones apropiadas de una mezcla de sustancias químicas desactivantes para efectuar la desactivación apropiada de la/las biocontaminación(es) seleccionada(s). Por ejemplo, si se seleccionan esporas como la biocontaminación, se determina una mezcla de sustancias químicas desactivantes más eficaz para desactivar esporas (por ejemplo, X ppm de peróxido de hidrógeno vaporizado e Y ppm de ozono). Típicamente, el intervalo de concentración para tratamiento con peróxido de hidrógeno vaporizado es de 70 ppm a 9000 ppm. Sin embargo, detectar concentraciones de peróxido de hidrógeno vaporizado por debajo de 70 ppm puede ser importante para asegurar la evacuación del peróxido de hidrógeno vaporizado de la cámara. Se contempla que la unidad procesadora 50 se programe para reconocer una jerarquía de contaminantes, en donde algunos contaminantes son más difíciles de desactivar que otros (por ejemplo, priones). Según esto, la unidad procesadora 50 puede determinar una química de desactivación para desactivar una contaminación más difícil de desactivar, que sería asimismo eficaz para desactivar contaminantes menos difíciles de desactivar. Por ejemplo, una química de desactivación eficaz para desactivar priones también podría ser eficaz para desactivar esporas y bacterias. Por tanto, la unidad procesadora 50 se programa para determinar una química de desactivación óptima para desactivar una pluralidad de contaminantes seleccionados.

45 Después de que la unidad procesadora 50 haya determinado las concentraciones de cada componente químico en la mezcla de sustancias químicas desactivantes, cada componente químico se añade secuencialmente a la cámara 100 en sus respectivas concentraciones para formar una mezcla de gases de sustancias químicas desactivantes combinadas (etapa 250). Por ejemplo, si la mezcla determinada de sustancias químicas desactivantes está compuesta de X ppm de la sustancia química A (por ejemplo, ozono) e Y ppm de la sustancia química B (por ejemplo, dióxido de cloro), la unidad procesadora mantendrá las válvulas 72B y 72C en una posición cerrada, y abrirá la válvula 72A para liberar la sustancia química A en la cámara 100. Como se ha indicado anteriormente, el flujo de gas a través de los conductos 75A-75C se regula de forma precisa usando los caudalímetros 74A-74C. La concentración de la sustancia química A se determina usando el circuito sensor 20 y conjuntos de datos prealmacenados. Si la capacitancia del condensador  $C_x$  no se encuentra en los datos prealmacenados, los datos almacenados se pueden interpolar o extrapolar para obtener una concentración correspondiente a la medida de  
55 capacitancia del condensador  $C_x$ .

60 Cuando el nivel de concentración deseada de X ppm de la sustancia química A es percibida por el circuito sensor 20, el flujo de la sustancia química A se regula para mantener ese nivel de concentración deseada. A continuación, la unidad procesadora 50 abre la válvula 72B para liberar la sustancia química B en la cámara 100. La concentración de la sustancia química B se aumenta dentro de la cámara 100 hasta que el circuito sensor 20 indica un valor de capacitancia igual a la suma de: (1) el valor de capacitancia correspondiente a X ppm de la sustancia química A y (2) el valor de capacitancia de Y ppm de la sustancia química B, donde los valores de capacitancia de (1) y (2) se han prealmacenado en la memoria 52, como se ha discutido anteriormente en relación a la etapa 220.



## ES 2 650 410 T3

Se cree que los valores de capacitancia correspondientes a varias concentraciones de diferentes sustancias químicas son aditivos en base al siguiente análisis. Se sabe que para un gas a temperatura ambiente o por encima, que tiene un momento dipolar permanente  $p$ , la constante dieléctrica ( $\kappa$ ) se puede aproximar por:

$$\kappa = 1 + 4\pi np^2/3kT$$

donde  $n$  es el número de moléculas por volumen unidad,  $k$  es la constante de Boltzmann ( $K = 1,38 \times 10^{-16}$  erg/K) y  $T$  es la temperatura en kelvin. Se debe indicar que para una temperatura determinada, la constante dieléctrica ( $\kappa$ ) aumenta linealmente con  $n$ , el número de moléculas de gas por volumen unidad. La permitividad se puede calcular entonces como sigue:

$$\epsilon = \kappa \epsilon_0$$

Por tanto, como resultado de esta fórmula, se cree que la capacitancia (para un condensador de placas paralelas:  $C = \epsilon A/d$ ), medida como función de la concentración de un gas polar particular, aumentará linealmente con la concentración. Para mejor sensibilidad, también se pueden conectar dos o más condensadores en paralelo en el circuito sensor 20. También se cree que cada conjunto de datos representativo de una curva de capacitancia frente a concentración para gases de diferentes momentos dipolares, tendrán pendientes diferentes. En realidad, para gases que tienen momentos dipolares permanentes, las constantes dieléctricas calculadas a partir de esta ecuación tienden a ser de alguna manera menores que los valores experimentales ya que las moléculas adquieren un momento dipolar inducido extra cuando se colocan en un campo eléctrico.

Para gases polares únicos y mezclas de gases polares, existe una interacción dipolo-dipolo entre los gases. En el caso de un gas polar único, se cree que esta interacción dipolo-dipolo está inherente en los datos tomados, es decir, en los datos de capacitancia frente a concentración. En el caso de una mezcla de diferentes gases polares, la interacción dipolo-dipolo no está inherente en los datos, a menos que la capacitancia frente a concentración se midiera para la mezcla. Se cree, sin embargo, que en una mezcla de gases, la interacción dipolo-dipolo se puede ignorar por las siguientes razones. Es decir, la fuerza de la interacción dipolo-dipolo depende en un número de veces constante (por ejemplo, 3) el producto de cada momento dipolar dividido por la distancia que separa los diferentes momentos dipolares a la cuarta potencia veces una cantidad de orientación compuesta del producto de cosenos y senos de varios ángulos. Manifestado sencillamente:

$$F \propto p_1 p_2 (\text{factor de orientación}) / r^4.$$

Puesto que la fuerza dipolo-dipolo disminuye como  $r^{-4}$ , los diferentes dipolos necesitan estar muy cerca para afectar uno a otro. Dada esta relación, el hecho de que las moléculas de gas se muevan rápidamente y que las moléculas de gas estén de alguna manera diluidas, se cree que el efecto de las interacciones dipolo-dipolo sobre las curvas de capacitancia frente a concentración se puede ignorar. Sin embargo, se entiende que esta interacción existe de modo que cuando dos o más moléculas de gas polar diferentes se mezclan para formar una atmósfera desactivante, el tratamiento de los gases como gases separados sin interacción es una aproximación. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, se cree que el efecto que la interacción dipolo-dipolo entre gases polares diferentes de una mezcla tiene sobre las curvas de capacitancia frente a concentración se puede ignorar sin desviarse del espíritu de la presente invención.

Con referencia ahora a la etapa 260, la unidad procesadora 50 continúa siguiendo el valor de capacitancia percibido por el circuito sensor 20, para mantener el nivel de concentración en la cámara 100 al nivel deseado, durante un periodo de tiempo apropiado. A este respecto, la unidad procesadora 50 se programa con los periodos de tiempo de exposición apropiados para desactivar apropiadamente la biocontaminación asociada con los artículos o dispositivos dentro de la cámara 100.

Se debe entender que preferiblemente no se debe añadir a la cámara 100 un componente químico que reaccionaría con, y por tanto disminuiría, la concentración y eficacia de otro componente químico (o la suya propia) en desactivar la biocontaminación. Sin embargo, en el caso de que algunos componentes químicos mezclados reaccionen, si la velocidad de flujo en la cámara 100 es más rápida que la velocidad de reacción, la mezcla de gases en la cámara 100 todavía puede ser operativa para desactivar la biocontaminación. También se debe entender que la temperatura a la que los conjuntos de datos se determinan en la etapa 210 en general debe ser la misma temperatura usada durante las etapas de procesamiento de desactivación 250 y 260.

Se apreciará que para esas sustancias químicas desactivantes que se evaporen, se necesitará un gas soporte para portar la sustancia química desactivante vaporizada en la cámara 100. Los ejemplos de tal gas soporte incluyen, pero no están limitados a, nitrógeno, helio, argón y oxígeno.

La unidad procesadora 50 también se puede programar para producir otras señales, tal como señales de control para controlar la producción de un gas (por ejemplo, un proceso de evaporación). La unidad procesadora 50 también puede producir señales a la unidad de salida 62 para proporcionar un indicador audible y/o visual cuando las

concentraciones deseadas no están dentro de un intervalo aceptable, y cuando el proceso de desactivación se completa. El indicador visual puede ayudar a un operador incluyendo un despliegue de niveles de concentración.

5 Se reconoce que las sustancias químicas desactivantes pueden ser peligrosas. Por tanto, se debe entender que se pueden usar medios convencionales bien conocidos para destruir cualquier sustancia química desactivante agotada de la cámara 100 a través de un puerto de salida 120. Los medios convencionales incluyen, pero no están limitados a, calentar, frotar y conversión catalítica.

10 Como se ha indicado anteriormente, la respuesta de un condensador está influida por las características (por ejemplo, frecuencia) de la onda AC aplicada al mismo. Por tanto, la frecuencia de la onda AC aplicada al condensador  $C_x$  debe ser la misma a lo largo de las etapas 210-260.

15 Además, se cree que los valores de capacitancia correspondientes a varias concentraciones de diferentes sustancias químicas son aditivos, como se ha discutido anteriormente. Sin embargo, se debe apreciar que los valores de capacitancia asociados con la concentración de dos o más componentes químicos combinados en una mezcla de gases también se pueden determinar midiendo la capacitancia del condensador  $C_x$  según se varían las concentraciones de los componentes químicos. A este respecto, el condensador  $C_x$  se expone a una mezcla de gases compuesta de dos o más componentes químicos. La capacitancia del condensador  $C_x$  se determina como función de la concentración de los componentes químicos, según se varía la concentración de cada uno de los

20 componentes químicos. De esta manera, se recoge un gran conjunto de datos y se prealmacena en la memoria 52 que relaciona la capacitancia del condensador  $C_x$  con varias combinaciones diferentes de concentraciones de los dos o más componentes químicos. Cuando las concentraciones de los componentes químicos se formulan, la unidad procesadora 50 accede a los datos prealmacenados para determinar las concentraciones de los dos o más componentes químicos en la mezcla de gases.

25 Muchas sustancias químicas desactivantes se descomponen con el tiempo debido a la actividad química y condiciones medioambientales (por ejemplo, degradación térmica y fotodegradación). Por ejemplo, se sabe que el ozono se degrada rápidamente ya que la molécula de ozono ( $O_3$ ) se descompone en oxígeno molecular ( $O_2$ ), y el peróxido de hidrógeno vaporizado se sabe que se descompone en vapor de agua y oxígeno molecular. Por

30 consiguiente, se ha observado en sistemas de desactivación que la concentración de los componentes químicos usados en el sistema disminuirá durante el curso de un ciclo de procesamiento de desactivación como resultado de la degradación. Según la presente invención, como conjuntos de datos (es decir, tabla de datos representativos de un gráfico de degradación en el tiempo de capacitancia frente a concentración), que relacionan la capacitancia del condensador  $C_x$  con la concentración, se determinan para cada sustancia química desactivante de interés (etapa

35 210), se adquieren conjuntos de datos adicionales que relacionan la capacitancia del condensador  $C_x$  como función del tiempo (es decir, conjuntos de datos de degradación en el tiempo), para cada sustancia química desactivante de interés. A este respecto, se adquieren datos que son indicativos de cambios en la concentración de la sustancia química desactivante debido a degradación.

40 Mientras el proceso para seguir la degradación de sustancias químicas desactivantes se describe en el presente documento con referencia a percibir un cambio (por ejemplo, una disminución o un aumento) en la capacitancia, se debe apreciar que el proceso para seguir la degradación de sustancias químicas desactivantes se puede llevar a cabo alternativamente percibiendo un cambio en voltaje, corriente, resistencia, reactivancia, carga, permitividad, constante dieléctrica, o un cambio en cualquier otra propiedad eléctrica del/de los condensador(es).

45 En el caso de una pluralidad de sustancias químicas desactivantes, los valores de capacitancia para cada conjunto de datos de degradación en el tiempo se pueden sumar para determinar un conjunto de datos representativo de un gráfico de degradación en el tiempo o curva de capacitancia total (es decir, la suma de la capacitancia contribuida por todas las sustancias químicas desactivantes) como función del tiempo.

50 Según procede un proceso de desactivación, la pérdida en concentración de cada sustancia química desactivante se puede determinar con referencia a los conjuntos de datos de degradación en el tiempo. Por ejemplo, si hay dos sustancias químicas desactivantes A y B en la cámara 100 durante un proceso de desactivación, cuando pasa un periodo de tiempo de operación, la degradación de cada sustancia química desactivante contribuirá a una

55 disminución en la capacitancia total medida por el circuito sensor 20. Se debe entender que la presente invención también se puede usar para seguir la degradación donde se usa solo una sustancia química desactivante.

60 El periodo de tiempo de operación se puede establecer seleccionando un intervalo de tiempo predeterminado, percibiendo una disminución en la capacitancia total establecida por la degradación de las sustancias químicas desactivantes A y B por debajo de un valor umbral, o percibiendo un porcentaje de disminución predeterminado en la capacitancia total. Se debe apreciar que los conjuntos de datos de degradación en el tiempo, es decir, de cada sustancia química desactivante, también proporcionan una indicación de la velocidad a la que cada sustancia química desactivante se degrada. Estos datos de velocidad de degradación se pueden usar para varios fines incluyendo, pero no limitados a, seleccionar un intervalo de tiempo predeterminado apropiado, valor umbral o

65 porcentaje de disminución.

Para reponer ambas sustancias químicas desactivantes A y B a niveles de concentración completa, se hace referencia a los conjuntos de datos de degradación en el tiempo que se refieren a la capacitancia como función del tiempo para cada sustancia química desactivante. Estos conjuntos de datos de degradación en el tiempo proporcionan un medio para determinar cuánto de la disminución en la capacitancia total es atribuible a la degradación de cada una de las sustancias químicas desactivantes A y B, durante el periodo de tiempo de operación. Según esto, la concentración de cada una de las sustancias químicas desactivantes A y B se puede aumentar después una cantidad apropiada, devolviendo de esta manera cada una de las sustancias químicas desactivantes A y B a sus concentraciones originales. Los valores de capacitancia de los conjuntos de datos de degradación en el tiempo se pueden relacionar con un valor de concentración específico usando los conjuntos de datos de capacitancia frente a concentración discutidos anteriormente. Cada sustancia química desactivante, por tanto, se repone hasta que la pérdida en la capacitancia durante un intervalo de tiempo determinado, determinado por referencia a las curvas de capacitancia individual frente a tiempo para cada una de las sustancias químicas desactivantes, se recupera.

Se debe entender que en casos donde la concentración de una primera sustancia química desactivante disminuye más rápidamente que una segunda sustancia química desactivante, solo la primera sustancia química desactivante puede necesitar reponerse cuando ha pasado un primer intervalo de tiempo de operación. Cuando ha pasado un segundo intervalo de tiempo de operación puede ser necesario entonces reponer tanto la primera como la segunda sustancia química desactivante.

Si no hay conjuntos de datos de degradación en el tiempo almacenados para una o más de las concentraciones específicas de sustancias químicas desactivantes usadas en un proceso de desactivación real, pero están almacenados datos para otras concentraciones de las mismas sustancias químicas desactivantes, los datos almacenados disponibles se pueden interpolar para generar conjuntos de datos de degradación en el tiempo adecuados para cada concentración de las sustancias químicas desactivantes realmente usadas. Además, los datos obtenidos durante un proceso de desactivación también se pueden añadir a los datos almacenados de modo que futuros procesos de desactivación usando las mismas químicas se puedan controlar de forma más precisa.

Se debe entender que se pueden usar datos históricos para desarrollar ecuaciones en donde una propiedad eléctrica de un condensador se exprese como función del tiempo (por ejemplo,  $\text{capacitancia} = f(t)$ ). Asimismo, se pueden desarrollar ecuaciones en donde un cambio en una propiedad eléctrica de un condensador se exprese como función de un cambio en el tiempo (por ejemplo,  $\Delta\text{capacitancia} = f(\Delta t)$ ). Por ejemplo, se puede medir una porción de la curva de degradación en el tiempo de una propiedad eléctrica de un condensador para una sustancia química desactivante específica. Una vez se ha tomado esta parte de los datos, se pueden usar métodos de ajuste de curva convencionales para desarrollar una ecuación que refiera el cambio en una propiedad eléctrica del condensador como función del tiempo. Puesto que cada valor de la propiedad eléctrica del condensador corresponde a una única concentración de la sustancia química desactivante, la ecuación almacenada proporcionaría valores de las propiedades eléctricas del condensador que corresponden a un intervalo de concentraciones de la sustancia química desactivante que se extiende desde concentración del 0% al 100%. Por tanto, el conjunto de datos de degradación en el tiempo entero está contenido en una ecuación. Se pueden usar análisis de ajuste de curva o regresión típicos. Por ejemplo, se puede usar el método de mínimos cuadrados para proporcionar una ecuación que corresponde a la porción de los datos tomados. El método de mínimos cuadrados asume que la curva de mejor ajuste de un tipo determinado es la curva que tiene la suma mínima de las desviaciones al cuadrado (error de cuadrado mínimo) de un conjunto de datos determinado. Si, por ejemplo, durante un ciclo de procesamiento de desactivación real la concentración inicial de una sustancia química desactivante corresponde a una propiedad eléctrica medida del condensador igual a X y si un intervalo de tiempo de T ha pasado desde el comienzo de la carrera, el sistema usaría la ecuación almacenada para determinar el valor de la propiedad eléctrica después de que el intervalo de tiempo T haya pasado. La sustancia química desactivante se repondría hasta que la propiedad eléctrica original X del condensador se restablezca. Además, como se ha mencionado anteriormente, se podría tomar la derivada de tiempo de esta ecuación, proporcionando de esta manera una ecuación que relaciona un cambio en una propiedad eléctrica del condensador a un cambio en el tiempo.

Como se ha indicado anteriormente, puede haber más de un circuito sensor 20, cada circuito sensor 20 tiene uno o más condensadores para percibir concentración. Un condensador para percibir cambios de concentración debido a degradación preferiblemente está localizado en una región de la cámara 100, en donde las moléculas de gas tienen un tiempo de residencia alto, tal como una región de velocidad de flujo lenta de la cámara 100, o una región de "zona muerta" formada en la cámara 100, en donde la velocidad de flujo es cero o cercana.

Mientras que se ha descrito la operación de una forma de realización preferida de la presente invención con referencia a componentes químicos (por ejemplo, sustancias químicas A, B y C) que son sustancias químicas desactivantes, se debe entender que los componentes químicos introducidos en la cámara 100 pueden incluir, pero no están limitados a, sustancias químicas desactivantes (por ejemplo, antimicrobianos), sustancias químicas base (es decir, diluyentes para una sustancia química desactivante, o vehículos o soportes para una sustancia química desactivante), sustancias químicas de pretratamiento, y combinaciones de los mismos. Por ejemplo, la sustancia química A puede ser una sustancia química de pretratamiento y las sustancias químicas B y C pueden ser sustancias químicas desactivantes.

## ES 2 650 410 T3

5 Las sustancias químicas desactivantes incluyen, pero no están limitadas a, sustancias químicas seleccionadas del grupo que consiste en: hipocloritos, yodóforos, cloruros de amonio cuaternario (Quats), desinfectantes ácidos, aldehídos (formaldehído y glutaraldehído), alcoholes, compuestos fenólicos, ácido peracético (PAA), dióxido de cloro. Los ejemplos específicos de sustancias químicas desactivantes incluyen, pero no están limitados a, peróxido de hidrógeno vaporizado, lejía vaporizada, perácido vaporizado, ácido peracético vaporizado, ozono, óxido de etileno, dióxido de cloro, compuestos que contienen halógenos, gas amoníaco, otros oxidantes gaseosos, y mezclas de los mismos. Los halógenos de los compuestos que contienen halógenos incluyen, pero no están limitados a, cloro, flúor y bromo.

10 Los ejemplos de sustancias químicas base incluyen, pero no están limitados a, vapor de agua desionizada, vapor de agua destilada, un alcohol vaporizado (por ejemplo, un alcohol terciario), y mezclas de los mismos. Como se ha indicado anteriormente, la sustancia química base puede ella misma ser una sustancia química desactivante. Por tanto, la sustancia química base también puede ser cualquiera de las sustancias químicas desactivantes enumeradas anteriormente.

15 Algunos ejemplos de atmósferas que se pueden crear dentro de la cámara 100 incluyen, pero no están limitados a: ozono; peróxido de hidrógeno vaporizado y vapor de agua; óxido de etileno; peróxido de hidrógeno vaporizado, vapor de agua y ozono; peróxido de hidrógeno vaporizado, vapor de agua y óxido de etileno; ozono y óxido de etileno; y peróxido de hidrógeno vaporizado, vapor de agua, ozono y óxido de etileno.

20 Otras modificaciones y alteraciones se les ocurrirán a otros tras su lectura y comprensión de la especificación. Se pretende que todas de tales modificaciones y alteraciones se incluyan siempre que estén dentro del ámbito de la invención como se reivindica o los equivalentes de la misma.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para desactivar una contaminación en una mezcla de gases dentro de una cámara de flujo continuo, comprendiendo el método:
 

5 seleccionar al menos una contaminación que se va a desactivar en la cámara;  
 determinar al menos un primer componente químico y un segundo componente químico, y respectivas primera y segunda concentraciones predeterminadas, para desactivar eficazmente dicha al menos una contaminación;  
 10 introducir el primer componente químico en la cámara;  
 aumentar la concentración del primer componente químico en la cámara hasta la primera concentración predeterminada;  
 introducir el segundo componente químico en la cámara; y  
 15 aumentar la concentración del segundo componente químico en la cámara hasta la segunda concentración predeterminada,  
 en donde el primer y segundo componentes químicos son utilizables para la desactivación de la contaminación y la concentración del primer y segundo componentes químicos para desactivar eficazmente la descontaminación se determina:  
 20 exponiendo al menos un condensador que tiene una primera y segunda placas, al primer y segundo componentes químicos introducidos en la cámara,  
 determinando un cambio en una propiedad eléctrica del al menos un condensador, en donde dicho cambio en la propiedad eléctrica varía según cambios en las concentraciones del primer y segundo componentes químicos; y  
 25 manteniendo el primer y segundo componentes químicos en la cámara a las respectivas primera y segunda concentraciones predeterminadas durante un periodo de tiempo suficiente para desactivar la contaminación.
2. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho método además comprende:
 

30 almacenar una pluralidad de conjuntos de datos en una memoria, en donde cada uno de dichos conjuntos de datos incluye valores de capacitancia como función de concentraciones de los componentes químicos.
3. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho método además comprende:
 

35 seleccionar al menos una contaminación que se va a desactivar en dicha cámara, en donde dicho primer y segundo componentes químicos, y dicha primera y segunda concentraciones predeterminadas se determinan según la al menos una contaminación seleccionada.
4. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho segundo componente químico es una sustancia química desactivante.
 

40
5. Un método según la reivindicación 4, en donde dicha sustancia química desactivante es un oxidante gaseoso.
6. Un método según la reivindicación 4, en donde dicha sustancia química desactivante se selecciona de un grupo que consiste en: peróxido de hidrógeno vaporizado, perácido vaporizado, ácido peracético vaporizado, lejía vaporizada, ozono, óxido de etileno, dióxido de cloro, gas amoníaco, un compuesto que contiene halógeno, y mezclas de los mismos.
 

45
7. Un método según la reivindicación 6, en donde dicho halógeno de dicho compuesto que contiene halógeno se selecciona del grupo que consiste en: cloro, flúor y bromo.
 

50
8. Un método según la reivindicación 4, en donde dicha sustancia química desactivante se selecciona del grupo que consiste en: hipocloritos, yodóforos, cloruros de amonio cuaternario (Quats), desinfectantes ácidos, aldehídos, alcoholes, compuestos fenólicos, ácido peracético, y dióxido de cloro.
9. Un método según la reivindicación 4, en donde dicho segundo componente químico comprende además una sustancia química base.
 

55
10. Un método según la reivindicación 9, en donde dicha sustancia química base es al menos una de: (a) un diluyente para dicha sustancia química desactivante, y (b) un vehículo para dicha sustancia química desactivante.
 

60
11. Un método según la reivindicación 9, en donde dicha sustancia química base es una sustancia química desactivante.

## ES 2 650 410 T3

12. Un método según la reivindicación 9, en donde dicha sustancia química base se selecciona de un grupo que consiste en: vapor de agua desionizada, vapor de agua destilada, un alcohol vaporizado, y mezclas de los mismos.
- 5 13. Un método según la reivindicación 12, en donde dicho alcohol es un alcohol terciario.
14. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha contaminación se selecciona del grupo que consiste en: biocontaminación, agentes de guerra biológica y agentes de guerra química.
- 10 15. Un método según la reivindicación 1, en donde la concentración del primer componente químico se determina mientras se aumenta el primer componente químico en la cámara hasta la primera concentración predeterminada.
- 15 16. Un método según la reivindicación 15, en donde dicho primer componente químico es una sustancia química de pretratamiento.
17. Un método según la reivindicación 1, en donde dicho método además comprende:
- 20 almacenar una pluralidad de conjuntos de datos en una memoria, cada conjunto de datos respectivamente indicativo de la descomposición de un componente químico, en donde cada conjunto de datos incluye valores de una propiedad eléctrica de un condensador asociados con concentraciones de un componente químico como función del tiempo.
- 25 18. Un método según la reivindicación 17, en donde dicho método además comprende:
- reponer la concentración de al menos uno del primer y segundo componentes químicos según la pluralidad de conjuntos de datos.
- 30 19. Un método según la reivindicación 18, en donde dicha concentración de al menos uno del primer y segundo componentes químicos se reponen cuando pasa un periodo de tiempo de operación.
20. Un método según la reivindicación 19, en donde dicho periodo de tiempo de operación se establece por al menos uno de: seleccionar un intervalo de tiempo predeterminado, percibir un cambio en la propiedad eléctrica del condensador en referencia a un valor umbral, y percibir un porcentaje de cambio predeterminado en la propiedad eléctrica del condensador.
- 35 21. Un método según la reivindicación 17, en donde dicho método además comprende:
- 40 determinar una velocidad de descomposición para cada uno del primer y segundo componentes químicos a partir de dicha pluralidad de conjuntos de datos.

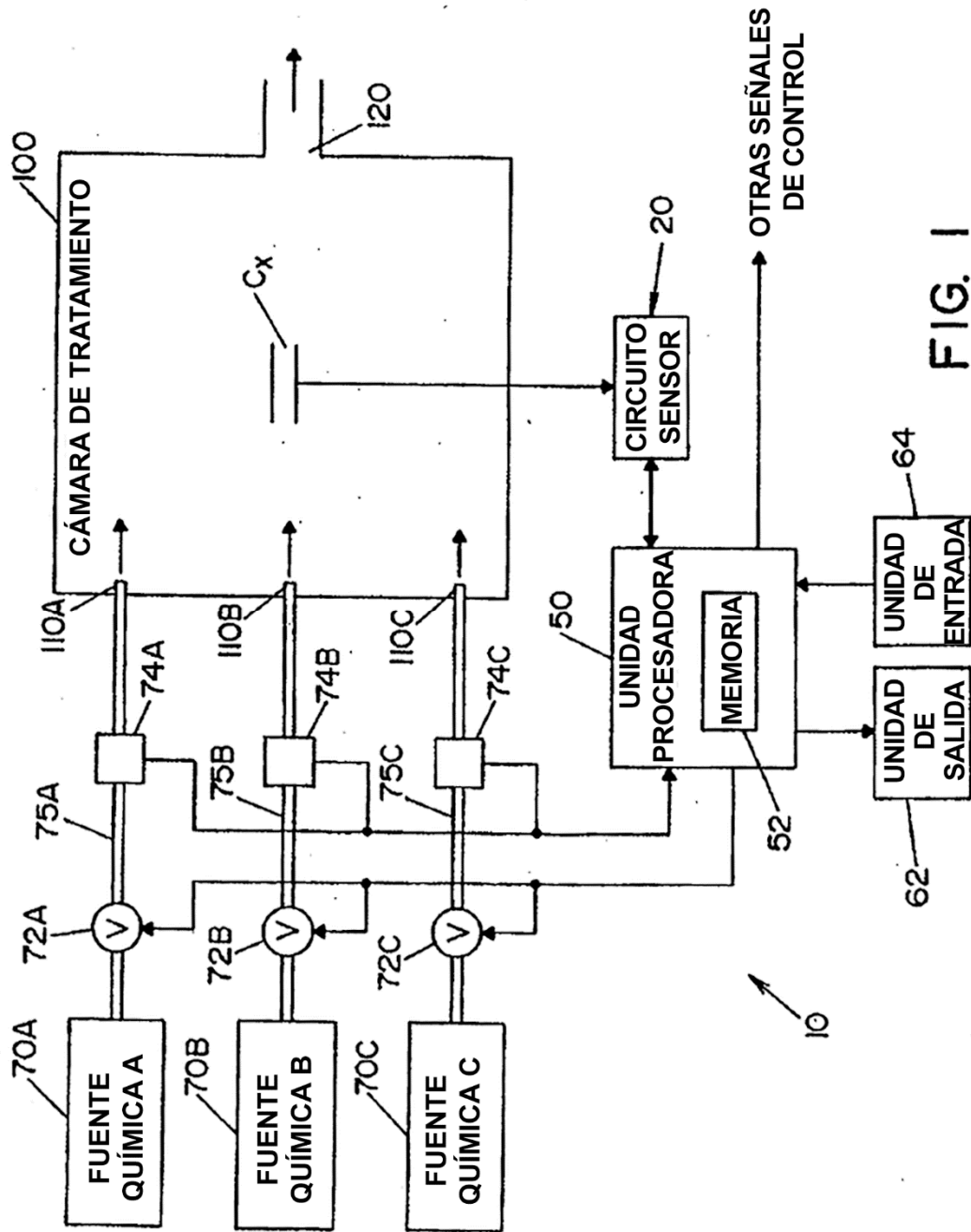


FIG. 1

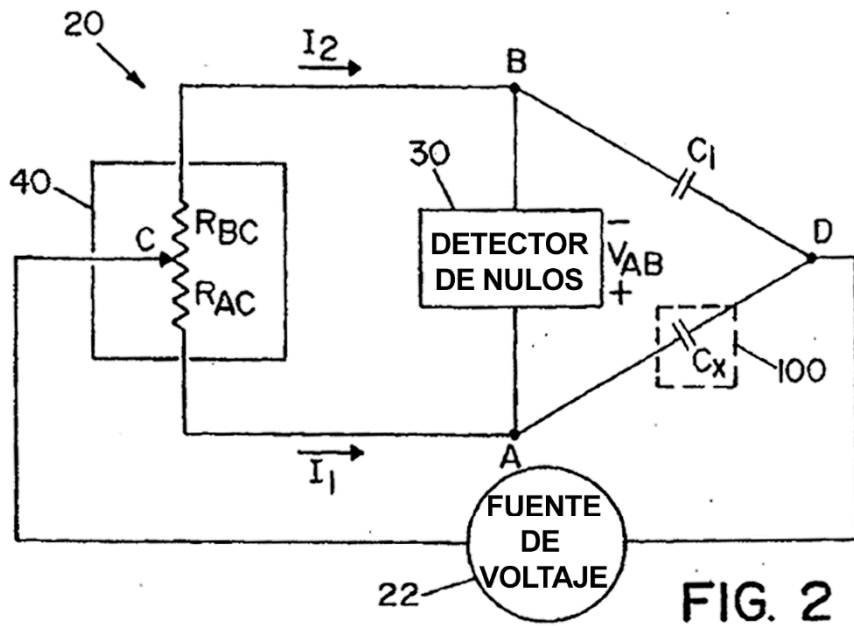


FIG. 2

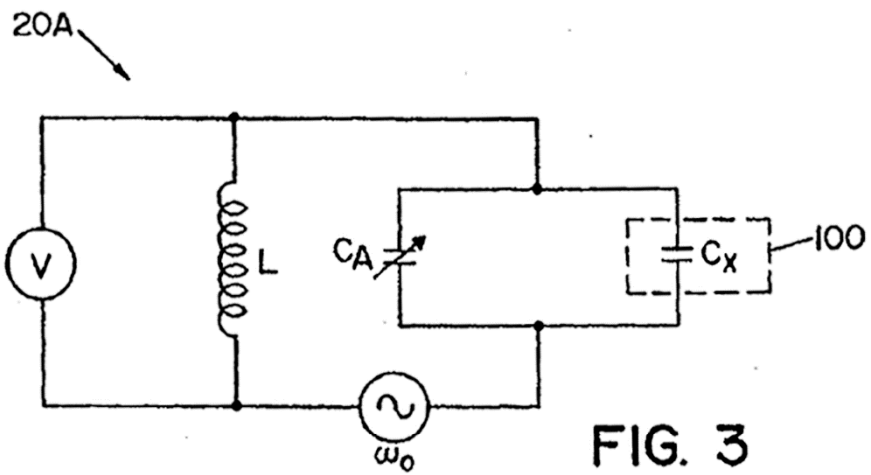


FIG. 3

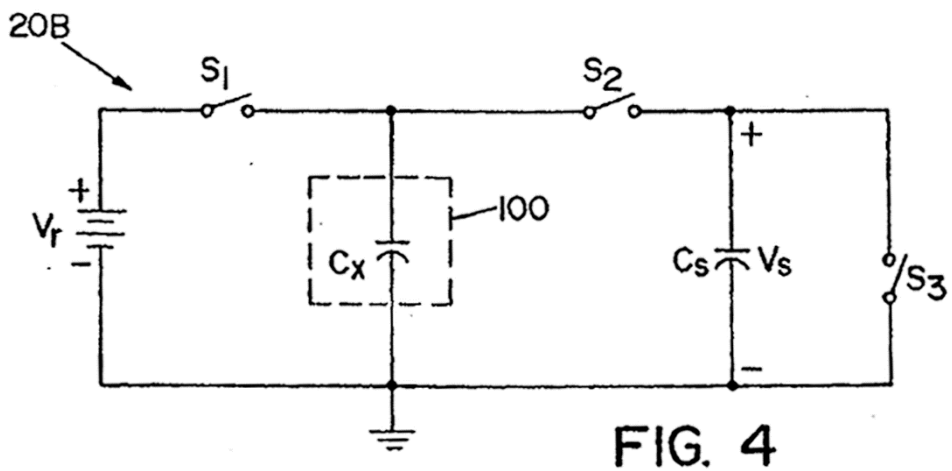


FIG. 4



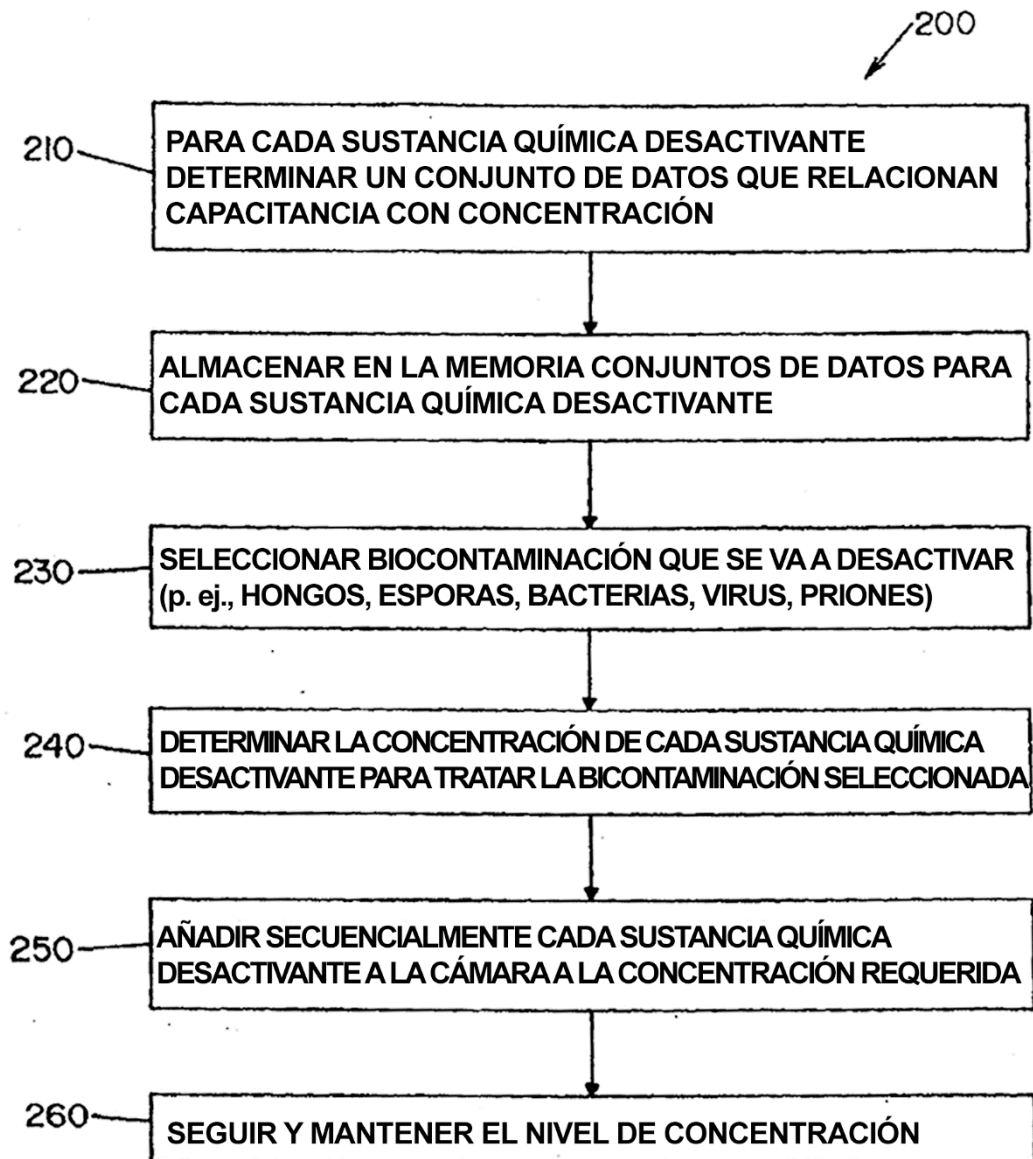


FIG. 5