



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 355 696**

51 Int. Cl.:
A61L 2/00 (2006.01)
A61L 2/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09007099 .6**
96 Fecha de presentación : **27.04.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2108379**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.10.2009**

54 Título: **Vaporizador de peróxido de hidrógeno.**

30 Prioridad: **01.05.2006 US 796427 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.03.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.03.2011

73 Titular/es: **AMERICAN STERILIZER COMPANY**
5960 Heisley Road
Mentor, Ohio 44060-1834, US

72 Inventor/es: **Hill, Aaron L.**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 355 696 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

La presente invención se refiere a la generación de peróxido de hidrógeno vaporizado, y más en particular, a un sistema para generar grandes cantidades de peróxido de hidrógeno vaporizado y a un procedimiento de funcionamiento del mismo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Es conocida la utilización de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en la esterilización y otros procedimientos. En un procedimiento de esterilización, se vaporiza el peróxido de hidrógeno líquido para formar peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP). El peróxido de hidrógeno vaporizado se produce habitualmente a partir de una mezcla líquida de peróxido de hidrógeno y agua. Se debe prestar atención cuando se vaporiza dicha mezcla a causa de la diferencia de puntos de ebullición entre el agua y el peróxido de hidrógeno. En este sentido, el agua hierve a $100^\circ C$, mientras que el peróxido de hidrógeno puro hierve a $150^\circ C$. Por consiguiente, cuando se vaporiza una mezcla de peróxido de hidrógeno y agua, el agua tiende a hervir antes que el peróxido de hidrógeno a menos que se proceda a una vaporización súbita. En los sistemas convencionales, la vaporización súbita se realiza mediante el goteo de una pequeña cantidad la mezcla de agua y peróxido de hidrógeno sobre una superficie caliente. El aire se dirige sobre la superficie caliente para separar el peróxido de hidrógeno vaporizado.

La patente US nº 2.491.732 da a conocer un vaporizador de peróxido de hidrógeno vaporizado convencional (VHP). Un problema del cual adolece el procedimiento de vaporización por goteo mencionado anteriormente es que se ha de mantener una superficie caliente para vaporizar el peróxido de hidrógeno líquido y la mezcla de agua. Las pruebas realizadas han demostrado que se puede alcanzar una velocidad de inyección de hasta 5 gramos por minuto por el orificio de inyección con los vaporizadores del procedimiento actual por goteo. A unas velocidades de inyección superiores, ya no se pueden mantener las gotículas individuales. En otras palabras, el vaporizador de tipo por goteo se encuentra limitado por la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado que puede producir dentro de unos límites de tamaño determinados. Dicha limitación impide que los vaporizadores tipo por goteo se utilicen en determinados procedimientos de esterilización con volúmenes elevados en los que es necesario esterilizar una gran cantidad de productos y dispositivos en un período reducido de tiempo.

Otro problema del cual adolecen los sistemas de descontaminación con peróxido hidrógeno vaporizado es evitar la condensación del peróxido de hidrógeno vaporizado en los productos o superficies a descontaminar.

Por lo tanto, se pretende disponer de un generador de peróxido de hidrógeno vaporizado de alta capacidad que pueda generar unos volúmenes elevados de peróxido de hidrógeno vaporizado a unos niveles de concentración que no se produzca la condensación del mismo en los productos o superficies a descontaminar.

La presente invención proporciona un vaporizador de peróxido de hidrógeno que puede generar grandes cantidades de peróxido de hidrógeno vaporizado a unos niveles de concentración que no provocarán la condensación del mismo en los productos o superficies a descontaminar.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para la descontaminación de productos en una cámara de descontaminación que presenta un conjunto de recipiente que comprende un primer depósito de almacenamiento conectado con una fuente de peróxido de hidrógeno y un segundo depósito de almacenamiento conectado con una fuente de peróxido de hidrógeno. Un depósito colector se encuentra conectado al primer depósito de almacenamiento y el segundo depósito de almacenamiento para alojar el peróxido de hidrógeno procedente de los mismos. El depósito colector se conecta asimismo con una unidad de vaporización. Unos medios de válvula realizan una comunicación selectivamente fluida del primer depósito de almacenamiento y el segundo depósito de almacenamiento con el depósito colector. Los medios de válvula realizan asimismo una comunicación selectivamente fluida del depósito de almacenamiento de primer y el segundo depósito de almacenamiento con la fuente de peróxido de hidrógeno líquido. Un conducto de ventilación presenta un extremo conectado al depósito colector. Un segundo extremo del conducto de ventilación se dispone en una zona por encima del primer depósito de almacenamiento y el segundo depósito de almacenamiento. Una válvula de ventilación se dispone en el conducto de ventilación para controlar el flujo a través del mismo.

Una ventaja de la presente invención es un generador de peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP) de alta capacidad.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación que puede producir grandes cantidades de peróxido de hidrógeno vaporizado.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación, tal como se ha descrito anteriormente que dispone de diversos procedimientos para confirmar el flujo de peróxido de hidrógeno vaporizado a través del sistema.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación, tal como se ha descrito anteriormente que puede modificar el flujo de gas portador a su través.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación, tal como se ha

descrito anteriormente que puede modificar la velocidad de inyección del líquido esterilizante en el sistema.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación, tal como se ha descrito anteriormente que puede modificar la temperatura de un gas portador que fluye a través del mismo.

5 Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación tal como se ha descrito anteriormente que funciona para mantener la concentración de peróxido de hidrógeno vaporizado en un gas portador en un nivel en el que el peróxido de hidrógeno vaporizado presenta un punto de condensación inferior a la temperatura inicial de los productos a descontaminar.

10 Una ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación tal como se ha descrito anteriormente en el que los elementos del sistema se disponen de tal modo que el peróxido de hidrógeno sin vaporizar (si existe) fluirá en una dirección descendente a través de un sistema para que se recoja en un punto inferior del sistema.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación tal como se ha descrito anteriormente que presenta un sistema de suministro de esterilizante con un depósito de sedimentación para eliminar el gas arrastrado o atrapados en un conducto de suministro de esterilizante a un vaporizador.

15 Otra ventaja adicional de la presente invención es un sistema de descontaminación tal como se ha descrito anteriormente que presenta una unidad de procesamiento de aire destinada a filtrar y secar el aire utilizado en el sistema.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un procedimiento de funcionamiento de un sistema tal como se ha descrito anteriormente para evitar la condensación sobre los productos o superficies a descontaminar.

20 Otra ventaja adicional de la presente invención es un procedimiento de funcionamiento de un sistema tal como se ha descrito anteriormente para mantener la concentración pretendida de peróxido de hidrógeno vaporizado en la zona en la que los productos o superficies se descontaminarán.

Otra ventaja adicional de la presente invención es un procedimiento de funcionamiento de un sistema tal como se ha descrito anteriormente para mantener una velocidad fija de inyección de líquido esterilizante.

25 Dichas ventajas y otras adicionales se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de una forma de realización preferida considerada junto con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 La presente invención puede adoptar una forma física en determinadas partes y disposición de partes, describiéndose en detalle una forma de realización preferida de la misma en la presente memoria e ilustrándose en los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que:

la figura 1 es un dibujo que representa esquemáticamente un sistema de descontaminación de alta capacidad con peróxido de hidrógeno vaporizado, que ilustra una forma de realización preferida de la presente invención;

35 la figura 2 es un dibujo que representa esquemáticamente una fuente de esterilizante del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

la figura 3 es un dibujo que representa gráficamente una unidades de vaporización del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

la figura 4 es un dibujo que representa esquemáticamente una unidad de aireación del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

40 la figura 5 es un dibujo que representa esquemáticamente una unidad de acondicionamiento de aire del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

la figura 6 es un dibujo que representa esquemáticamente una unidad descomponedora del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

45 la figura 7 es una vista en sección de un vaporizador del sistema de descontaminación representado en la figura 1;

la figura 8 es una vista ampliada de un atomizador de la unidades de vaporización representada en la figura 7;

la figura 9 es una vista en perspectiva de un colector y una cámara de descontaminación;

la figura 10 es un gráfico del calor de vaporización (calor latente) en función de la concentración de

peróxido de hidrógeno en agua;

la figura 11 es un gráfico de la densidad de peróxido de hidrógeno en función de la concentración de peróxido de hidrógeno en agua, y

la figura 12 es un gráfico de una capacidad calorífica del peróxido de hidrógeno en función de una concentración de peróxido de hidrógeno en el agua.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA

Haciendo referencia a continuación a los dibujos en los que las representaciones se proporcionan únicamente a fin de ilustrar una forma de realización preferida de la presente invención, y no con el propósito de limitar la misma, la figura 1 representa un sistema de descontaminación con peróxido de hidrógeno vaporizado 10 para descontaminar continuamente los productos 12 que se desplazan a lo largo de una cinta transportadora 14, ilustrando una forma de realización preferida de la presente invención.

En términos generales, un sistema de descontaminación 10, según la presente invención, comprende una unidad de suministro de esterilizante, una unidad de acondicionamiento de aire, una unidad de vaporización, una cámara de descontaminación o de aislamiento, una unidad descomponedora y una unidad de aireación. En la forma de realización representada, el sistema de descontaminación 10 comprende una unidad de suministro de esterilizante 100, una unidad simple de acondicionamiento de aire 200, dos unidades de vaporización 300A, 300B, dos cámaras de descontaminación 500A, 500B, dos unidades descomponedoras 600A, 600B y dos unidades de aireación 700A, 700B.

Unidad de suministro de esterilizante 100

En la figura 2, se observa mejor la unidad de suministro de esterilizante 100. Un conducto de suministro 112 conecta la unidad de suministro de esterilizante 100 con un suministro exterior 114 de esterilizante líquido. Un conjunto de bomba y drenaje 120 se conecta al conducto de suministro 112. El conjunto de bomba y drenaje 120 comprende una bomba 122 accionada mediante un motor 124. La bomba 122 y el motor 124 están diseñados para transportar cantidades medidas de esterilizante líquido hasta un conjunto de recipiente 130.

El conjunto de recipiente 130 comprende preferentemente dos depósitos de reserva 132A, 132B. Están previstos dos depósitos de retención para el esterilizante 132A, 132B a fin de permitir el flujo continuo e ininterrumpido de esterilizante hacia las unidades de vaporización 300A, 300B. En este sentido, se puede llenar un depósito de retención 132A con esterilizante, mientras que el otro depósito 132B se utiliza para proporcionar esterilizante a las unidades de vaporización 300A, 300B, tal como se describirá posteriormente en mayor detalle. Los depósitos 132A, 132B son sustancialmente idénticos y, por lo tanto, únicamente el depósito 132A se describirá en detalle. Se ha de comprender que la descripción del depósito 132A se aplica al depósito 132B.

El depósito 132A presenta una forma sustancialmente cilíndrica y comprende un armazón o pared tubular 134 que presenta una base 136 y una cubierta 138 en los extremos del mismo. En una forma de realización preferida, el armazón tubular 134 presenta una forma cilíndrica y está constituido por un material translúcido. El depósito 132A define una cámara interior 142 para retener un esterilizante líquido S. El conducto de suministro 112 está conectado a los depósitos de reserva 132A, 132B mediante las ramas de los conductos de suministro 112a, 112b. Las válvulas 144, 146 se disponen, respectivamente, en las ramas de los conductos de suministro 112a, 112b para controlar el flujo de esterilizante líquido S hacia los depósitos de reserva 132A, 132B. Cada depósito 132A, 132B comprende un sensor de nivel 154. El sensor 154 se proporciona para indicar un "nivel de rebosamiento", tal como se describirá a continuación en mayor detalle. Se dispone un sensor de presión 155 en la parte inferior de cada depósito 132A, 132B para proporcionar señales de presión indicativas del nivel de líquido en cada depósito 132A, 132B.

Los depósitos 132A, 132B están conectados en sus extremos inferiores con un depósito de retención 170 mediante unos conductos para líquidos 162, 164, respectivamente. Las válvulas de control 166, 168 se disponen, respectivamente, en unos conductos para líquidos 162, 164 a fin de controlar el flujo de esterilizante desde los depósitos 132A, 132B hasta el depósito de retención 170. Los extremos superiores de los depósitos 132A, 132B están conectado a un conducto de ventilación 158, tal como se representa esquemáticamente en la figura 2.

El depósito de retención 170 define una cámara de retención para aire 172. Se extiende un conducto de ventilación 174 en dirección ascendente desde la cámara de retención 172. Se dispone una válvula de control 176 en el conducto de ventilación 174 para controlar el flujo a través del mismo. Tal como se puede apreciar mejor en la figura 2, el conducto de ventilación 174 presenta una longitud tal que el extremo superior del conducto de ventilación 174 se dispone en los extremos superiores de los depósitos de reserva 132A, 132B. Un sensor de nivel 177 se dispone en la cámara de retención 172 del depósito de retención 170 en un nivel predeterminado. Un sensor de nivel 177 se dispone en el depósito de retención 170. En la forma de realización representada, el sensor de nivel 177 es un interruptor de flotador.

Un conducto para líquidos 184, que se extiende desde la parte inferior del depósito de retención 170, conecta una cámara de retención 172 con una válvula de control 186 que regula el flujo de esterilizante desde el

depósito de retención 170 hasta un conducto de alimentación del vaporizador 192 o un conducto de drenaje 194 que se conecta con el conducto de suministro 112. Tal como se representa en la figura 2, el conducto de drenaje de 194 se comunica de un modo fluido con el conducto de drenaje 126 del conjunto de bomba y drenaje 120. Un conducto de retorno 196 se extiende desde el conducto de alimentación del vaporizador 192 hasta la parte superior del depósito 132A. Se dispone una válvula de control 198 en el conducto de retorno 196 para controlar el flujo de esterilizante a través del mismo.

El conducto de alimentación del vaporizador 192 está conectado con la unidad de vaporización 300A y la unidad de vaporización 300B, tal como se representa en los dibujos. El esterilizante que procede del depósito de retención 170 se alimenta preferentemente por gravedad hacia las unidades de vaporización 300A, 300B. Por consiguiente, en la forma de realización representada, el depósito de retención 170 y los depósitos de reserva 132A, 132B se disponen sobre las unidades de vaporización 300A, 300B, es decir, a una altitud superior.

Unidad de acondicionamiento de aire 200

Haciendo referencia a continuación a la figura 5, se ilustra mejor la unidad de acondicionamiento de aire 200. La unidad de acondicionamiento de aire 200 se proporciona para acondicionar, es decir, para filtrar y secar el aire utilizado en las unidades de vaporización 300A, 300B, y para filtrar el aire utilizado por las unidades de aireación 700A, 700B. La unidad de acondicionamiento de aire 200 está sustancialmente constituida por un filtro 222, un conjunto de refrigeración 230 y una rueda desecante 242 dispuestos en serie.

Un conducto de entrada de aire 212 presenta un primer extremo 212a que se comunica con el entorno, en particular el aire de la habitación. Otro extremo 212b del conducto de entrada de aire 212 está conectado a la cámara 262 en la unidad de acondicionamiento de aire 200. El filtro 222 se dispone en el conducto de entrada de aire 212 para filtrar el aire que fluye a través del mismo. El filtro 222 es preferentemente un filtro HEPA. El conjunto de refrigeración 230 se dispone aguas abajo del filtro 222. El conjunto de refrigeración 230 comprende un serpentín de enfriamiento 232 y un refrigerador 234 que se conecta a un serpentín de enfriamiento 232. El serpentín de enfriamiento 232 rodea el conducto de entrada de aire 212. El refrigerador 234 se dimensiona para enfriar suficientemente el serpentín 232 que rodea el conducto de entrada de aire 212 de tal modo que el aire que circula a través del conducto de entrada de aire 212 se enfría precipitando la humedad del aire. Dicho de otro modo, el refrigerador 234 presenta una capacidad suficiente para desecar el aire que circula a través del conducto de entrada de aire 212. Entre el filtro 222 y el serpentín de enfriamiento 232, se conecta un conducto de suministro de aire 214 al conducto de entrada de aire 212. El conducto de suministro de aire 214 proporciona aire filtrado a través del sistema de 10 para enfriar la electrónica (no se representa). Un segundo conducto de suministro de aire 216 está conectado al conducto de entrada de aire 212 entre el filtro 222 y el serpentín de enfriamiento 232. El segundo conducto de suministro de aire 216 proporciona aire filtrado para las unidades de aireación 700A, 700B, tal como se describirá con mayor detalle a continuación. La rueda desecante 242, que puede girar alrededor de un primer eje "A", se dispone en el extremo 212b del conducto de entrada de aire 212, es decir, aguas abajo del filtro 222 y el serpentín de enfriamiento 232. La rueda desecante 242 se dispone de tal modo que la mitad de la rueda gira 242 en la cámara 262. El extremo 212b del conducto de entrada de aire 212 dirige el flujo de aire a través de la parte de la rueda desecante 242 que se dispone en la cámara 262. El material desecante de la rueda desecante 242 puede funcionar absorbiendo la humedad del aire que circula a través del conducto de entrada de aire 212. De este modo, el aire que entra en la cámara 262 se ha filtrado y secado mediante el filtro 222, el serpentín de refrigeración 232 y la rueda desecante 242. Se disponen un sensor de humedad 272 y un sensor térmico 274 en el interior de la cámara 262 para supervisar, respectivamente, la humedad y la temperatura del aire del interior de la cámara 262. La cámara 262 se encuentra en comunicación fluida con las unidades de vaporización 300A, 300B mediante el conducto de aire 282, tal como se representa en la figura 5.

La unidad de acondicionamiento de aire 200 comprende un sistema de regeneración 290 para la regeneración, es decir, la eliminación de la humedad de la rueda desecante 242. Un conducto de regeneración 292 se conecta a la cámara 262. Un ventilador 294, accionado mediante un motor 296, extrae aire seco y filtrado de la cámara 262 y dirige el aire seco a través de un calefactor 298 que calienta el aire seco. El conducto de regeneración 292 se dispone para dirigir el aire caliente, seco y filtrado a través de la parte de la rueda desecante 242 que se encuentra en el exterior de la cámara 262. Tal como podrán apreciar los expertos en la materia, el aire caliente seco, es decir, elimina la humedad de la rueda desecante 242. El aire húmedo que fluye desde la rueda desecante 242 a través del conducto de regeneración 292 sale de la unidad de acondicionamiento de aire 200 a través de un orificio 284. Un transductor de presión 285 se dispone en el orificio de salida, es decir, aguas abajo, del ventilador 294. El transductor de presión 285, junto con el orificio 284, se utiliza para establecer el flujo de aire pretendido a través del conducto 292, para garantizar una eliminación apropiada de la humedad. Un sensor térmico 286 realiza el seguimiento de la temperatura del aire que sale del calefactor 298. Se controla la temperatura del conducto 292 para garantizar la eliminación apropiada de la humedad.

Unidades de vaporización 300A, 300B

Haciendo referencia a continuación a las figuras 3, 7, 8 y 9, se pueden observar mejor las unidades de vaporización 300A, 300B. Unidades de vaporización 300A, 300B son sustancialmente idénticas, y por lo tanto, únicamente una unidad de vaporización 300A se describirá detalladamente, ya que se ha de comprender que dicha descripción se puede aplicar igualmente a la unidad de vaporización 300B. Tal como se representa en la figura 3, la

unidad de vaporización 300A (y la unidad de vaporización 300B) está conectada al conducto de alimentación del vaporizador 192 de la unidad de suministro de esterilizante 100, y está conectada al conducto de aire 282 de la unidad de acondicionamiento de aire 200.

5 La unidad de vaporización 300A comprende un ventilador 322, un elemento de flujo 332 para determinar el flujo de aire, un calefactor 352 y un vaporizador 360, representándose esquemáticamente todos ellos en la figura 3 e ilustrándose gráficamente en la figura 7.

10 En la forma de realización representada, la unidad de vaporización 300A comprende una cabina o alojamiento 312 dispuesto sobre una estructura de soporte de acero estructural 314. La cabina 312 y la estructura de soporte 314 definen en conjunto una estructura vertical en columna. Se dispone un ventilador 322 en una zona inferior de la estructura de soporte 314. El ventilador 322 se acciona mediante un motor 324. El motor 324 es preferentemente un motor de velocidad variable, pudiendo controlarse la salida del ventilador 322 para aumentar el flujo de aire a través del mismo. La entrada del ventilador 322 está conectada al conducto de aire 282 de la unidad de acondicionamiento de aire 200. En su funcionamiento, el ventilador 322 extrae aire a través de la unidad de acondicionamiento de aire 200 donde el aire se seca y se filtra a continuación. En la forma de realización representada, la salida del ventilador 322 está conectada a un conducto vertical 328. Se dispone un elemento de flujo 332 en el conducto 328 para determinar el flujo de aire a través del conducto 328. El elemento de flujo 332 es preferentemente un dispositivo Venturi. Un sensor 334 determina la diferencia de presión a través del dispositivo Venturi y proporciona una señal indicativa de la corriente de aire a través del elemento de flujo 332. Se prefiere un dispositivo de Venturi debido a la alta resolución del flujo de aire que puede proporcionar y debido a la poca pérdida de energía del aire que fluye a través del mismo. Se proporciona un sensor de presión 335 para determinar la presión estática para el flujo elemento 332, a fin de facilitar el cálculo del caudal de la masa de aire a través del conducto 328, tal como se describirá más detalladamente a continuación. Se dispone un sensor térmico 336 aguas abajo del elemento de flujo 332.

25 En la forma de realización representada, una sección del conducto sustancialmente en forma de U 342 está conectada al elemento de flujo 332 para redirigir la circulación del aire. La sección del conducto 342 comprende una sección del calefactor recta y alargada 342a que se orienta verticalmente en la forma de realización representada. Tal como se representa en la figura 7, el tubo definido por la sección del conducto 342 aumenta en un área transversal desde el extremo de la sección del conducto 342, que se conecta al caudalímetro 332, hasta la sección del calefactor recta y alargada 342a. Se dispone un elemento calefactor 352 en la sección recta del calefactor 342a de la sección del conducto 342 y se proporciona para calentar el aire que circula a través de la sección del conducto 342. En la forma de realización representada, el elemento calefactor 352 es un dispositivo eléctrico. Una capa aislante 354 rodea y aloja el elemento calefactor 352. El elemento calefactor 352 está diseñado para poder calentar el aire que circula a través de la sección del conducto 342 hasta una temperatura lo suficientemente elevada como para vaporizar el peróxido de hidrógeno y lo suficientemente elevada como para mantener una temperatura pretendida suficiente para evitar la condensación en el sistema de descontaminación 10. En una forma de realización, el elemento calefactor 352 puede calentar el aire que circula a través de la sección del conducto 342 hasta por lo menos aproximadamente 105°C. En otra forma de realización, el elemento calefactor 352 puede calentar el aire que circula a través de la sección del conducto 342 hasta por lo menos 180°C. El aumento del área transversal de la sección 342 permite que la tubería inferior del elemento de flujo 332 se conecte con el diámetro superior de la sección del calefactor 342a.

30 Un vaporizador 360 se conecta al extremo de la sección del conducto 342 aguas abajo del calefactor 352. El vaporizador 360 comprende un alojamiento 362 que define una cámara impelente de vaporización interior alargada 364. En la forma de realización representada, el alojamiento 362 comprende una cubierta rectangular 366 que presenta un primer extremo 366a con una tapa plana 372 en la misma y un segundo extremo 366b que presenta una base en forma de embudo 374. El área transversal y la longitud del alojamiento 362 se dimensionan para que disponer de tiempo suficiente para que el agente esterilizante líquido se vaporice en el mismo. El primer extremo 366a del vaporizador 360 define un extremo de entrada, y el segundo extremo 366b del vaporizador 360 define un extremo de salida. La cubierta 366, la tapa 372 y la base 374 se realizan preferentemente de metal y, más preferentemente, de aluminio. La tapa 372 se fija a la cubierta 366, preferentemente mediante soldadura. La sección del conducto 342 se comunica con la cámara impelente interior 364 del vaporizador de 360 a través de una abertura en la tapa 372. El extremo de salida 366b de la cubierta 366 comprende un resalte anular 376 para unirse con un resalte anular 378 de la base 374. La base 374 presenta forma de embudo y conecta el alojamiento del vaporizador 362 con un conducto de alimentación de peróxido de hidrógeno vaporizado 512A que a su vez está conectado con la cámara de descontaminación 500A.

35 Tal como se representa en la figura 7, el vaporizador 360 está orientado de tal manera que la cámara impelente alargada del vaporizador 364 se orienta en la vertical. En este sentido, el elemento calefactor 352 y la sección recta 342a de la sección del conducto 342 se alinean verticalmente con la cámara impelente del vaporizador 364 de tal modo que se dirige el aire caliente en dirección descendente a través de la cámara impelente del vaporizador 364.

40 Se dispone un sistema de inyección del esterilizante 410 en la cámara impelente del vaporizador 364. El sistema de inyección 410 se dispone centrado en la cámara impelente 364 y se orienta para inyectar el esterilizante en la cámara impelente 364 en una dirección descendente hacia el segundo extremo 366b del alojamiento del

vaporizador 362.

El sistema de inyección 410, que se puede observar mejor en la figura 8, comprende un cuerpo tubular 412 que define una cámara de mezcla interior 414. Un conducto de aire 422 y un conducto de esterilizante 424 se conectan con el cuerpo 412 y se comunican con la cámara de mezcla interior 414. El conducto de aire 422 se conecta a una fuente (no representada) de aire comprimido filtrado y seco dentro del sistema 10 mediante el tubo 423. El conducto del esterilizante 424 se conecta con el conducto de suministro de esterilizante 192 de la unidad de suministro de esterilizante 100. Una bomba 426, accionada mediante un motor 428, que se representa esquemáticamente en la figura 3, se dispone en el conducto de suministro de esterilizante 192 para alimentar el esterilizante bajo presión hacia el sistema de inyección 410. La bomba 426 es preferentemente una bomba peristáltica de velocidad variable. La bomba 426 se proporciona para bombear esterilizante hacia el sistema de inyección 410 con una velocidad seleccionada. (La velocidad de inyección en gramos por minuto se determina mediante un medidor de masas 427.) El motor 428 es preferentemente un motor de velocidad variable en el que la velocidad de inyección del esterilizante hacia el sistema de inyección 410 se pueda variar mediante la velocidad del motor 428. Se dispone un sensor de la presión 429 en el conducto de suministro de esterilizante 192, aguas abajo de la bomba 426. El sensor de presión 429 controla (y garantiza) una velocidad de inyección del esterilizante apropiada y garantiza que el sistema de inyección 410 no se obstruya.

Una boquilla de vaporización 432 se une al cuerpo 412. La boquilla 432 preferentemente puede crear una pulverización fina de esterilizante, es decir, una bruma que es suficientemente pequeña para garantizar una vaporización completa. Una boquilla de vaporización que se encuentre típicamente disponible se puede aplicar ventajosamente en la presente invención.

Para facilitar el posicionamiento del sistema de inyección 410 en la cámara impelente del vaporizador 364, se realiza una abertura 438 en el lado de la cubierta 366. Se adjunta un anillo 442, preferentemente mediante soldadura, a la cubierta 366 para rodear la abertura de 438. Una cubierta protectora 444 se une al anillo 442 con unos dispositivos de sujeción convencionales 446. Se dispone una junta 467 entre la cubierta protectora 444 y el anillo 442 para proporcionar un cierre hermético completo. Las aberturas roscadas de la cubierta protectora 444 alojan unas conexiones convencionales 448 que conectan el conducto de aire 422 con un tubo de aire 423, y el conducto de esterilizante 424 con el conducto de suministro de esterilizante 192.

Según un aspecto de la presente invención, la boquilla 432 se dimensiona con respecto a la cubierta 366 de tal modo que se minimice o se evite el contacto de la pulverización de la boquilla 432 con la cubierta de 366 durante el funcionamiento del vaporizador 360.

Se dispone un sensor de temperatura 452 dentro de la cámara impelente del vaporizador 364 entre el primer extremo 366a del vaporizador 360 y el sistema de inyección de esterilizante 410. Se dispone un segundo sensor térmico 454 en la cámara impelente del vaporizador 364 aguas abajo del sistema de inyección de esterilizante 410, en la proximidad del segundo extremo 366b del alojamiento del vaporizador 362. El descenso de temperatura entre los sensores 452, 454 es proporcional al calor necesario para vaporizar el esterilizante, tal como se describirá con mayor detalle a continuación.

Se dispone opcionalmente un sensor de peróxido de hidrógeno vaporizado 462, que pueda indicar la concentración de peróxido de hidrógeno vaporizado y de vapor de agua, dentro de la cámara impelente del vaporizador 364 aguas abajo del sistema de inyección del esterilizante 410. El sensor del peróxido de hidrógeno vaporizado 462 se dispone en la proximidad del segundo extremo 366b (el extremo de salida) del vaporizador 360. El sensor de 462 preferentemente un sensor de infrarrojos (IR), y más preferentemente un sensor de infrarrojos próximos (IR). El sensor 462 presenta generalmente una forma cilíndrica, y se dispone en el alojamiento 362 para atravesar la cámara impelente 364. El sensor 462 se dispone para que el alojamiento 362 se pueda extraer fácilmente del mismo.

Cámaras de descontaminación 500A, 500B

Tal como se representa en la figura 1, las unidades de vaporización 300A, 300B están conectadas, respectivamente, con las cámaras de descontaminación 500A, 500B mediante los conductos de peróxido de hidrógeno vaporizado 512A, 512B. Las cámaras de descontaminación 500A y 500B son sustancialmente idénticas y, por lo tanto, se describirá únicamente la cámara de descontaminación 500A, ya que se ha de comprender que dicha descripción se puede aplicar igualmente a la cámara de descontaminación 500B.

La cámara de descontaminación 500A, que se observa mejor en las figuras 6 y 9, comprende una caja o alojamiento 522 que define un espacio o zona 524 a través del que los productos 12 a esterilizar/descontaminar se transportan mediante la cinta transportadora 14. Se dispone un colector 542 en el alojamiento 522, y presenta una pluralidad de aberturas o boquillas separadas 544 que se comunican con el espacio o zona 524 del alojamiento 522. Tal como se puede apreciar mejor en la figura 9, se disponen las boquillas 544 encima de la cinta transportadora 14 para distribuir uniformemente el peróxido de hidrógeno vaporizado sobre los productos 12 que se desplazan a través de la cámara de descontaminación 500A.

Tal como se puede apreciar mejor en la figura 9, se disponen un sensor térmico 546 y un sensor del

peróxido de hidrógeno vaporizado 552 en el colector 542. El sensor del peróxido de hidrógeno vaporizado 552 puede indicar la concentración de peróxido de hidrógeno vaporizado y de vapor de agua. El sensor 552 es preferentemente un sensor de infrarrojos próximos (IR). El sensor 552 tiene una forma cilíndrica y presenta unos cables de fibra óptica 552a que se extienden desde el mismo. Para facilitar la introducción y extracción del sensor de infrarrojos próximos 552 del colector 542, se extiende un par de barras separadas 562, 564 a través del colector 542. En la forma de realización representada, las barras 562, 564 son varillas cilíndricas. El sensor de infrarrojos próximos 552 se introduce a través de la abertura de los lados del colector 542. Unas tapas o tapones 572 permiten que los cables 552a se extiendan a través de los mismos para cerrar herméticamente las aberturas.

Unidades descomponedoras 600A, 600B

Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se representan esquemáticamente las unidades descomponedoras 600A y 600B. La unidad descomponedora 600A y la unidad descomponedora 600B son sustancialmente idénticas y, por lo tanto, se describirá únicamente la unidad destructor 600A, ya que se entiende que dicha descripción se aplica igualmente a la unidad descomponedora 600B.

Un conducto 612 conecta el alojamiento 522 con la unidad descomponedora 600A. Tal como se puede apreciar mejor en la figura 9, un conducto 612 se comunica con la zona 524 del alojamiento 522 a través de un lado del alojamiento 522. Un dispositivo de medición del flujo 622 se dispone en el conducto 612 para proporcionar datos con respecto al flujo a través del mismo. En la forma de realización representada, el dispositivo de medición del flujo 622 comprende un sensor de presión 624 que se puede accionar para detectar una diferencia de presión en el dispositivo de medición del flujo 622 y para proporcionar una señal indicativa del flujo a través del dispositivo 622. En una forma de realización preferida, el dispositivo de medición del flujo 622 es un dispositivo Venturi. Se dispone un sensor de presión adicional 625 para medir la presión estática en el dispositivo de medición del flujo 622, para calcular el flujo de masa tal como se describirá posteriormente. Se dispone un sensor térmico 626 en el conducto 612 aguas abajo del dispositivo de medición del flujo 622. El conducto 612 está conectado con el extremo de entrada de un ventilador 632 que se acciona mediante un motor 634. Un conducto 636 que se extiende desde la salida del ventilador 632 está conectado con una descomponedora 642. La descomponedora 642 es sustancialmente un dispositivo catalítico que se puede accionar para descomponer el peróxido de hidrógeno que fluye a través del mismo. En este sentido, las descomponedoras catalíticas convierten el peróxido de hidrógeno vaporizado en agua y oxígeno. Se dispone un sensor térmico 662 en la parte frontal, es decir, aguas arriba, de la descomponedora 642. Se dispone un segundo sensor 664 en la parte posterior, es decir, aguas abajo, de la descomponedora 642.

Unidades de aireación 700A, 700B

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, se representa esquemáticamente la unidad de aireación 700A. La unidad de aireación 700A y la unidad de aireación 700B son sustancialmente idénticas y, por lo tanto, se describirán únicamente la unidad de aireación 700A, ya que se entiende que dicha descripción se aplica igualmente a la unidad de aireación 700B. Tal como se representa en la figura 4, la unidad de aireación 700A está conectada al conducto de suministro de aire 216 de la unidad de acondicionamiento de aire 200. El conducto de suministro de aire 216 de la unidad de acondicionamiento de aire 200 suministra aire filtrado a las unidades de aireación 700A, 700B. El conducto de suministro de aire 216 se conecta al lado de entrada de un ventilador 712 que se acciona mediante un motor de velocidad variable 714. El ventilador 712 se dispone en la unidad de aireación 700A para extraer el aire exterior al sistema 10 a través del filtro 222 de la unidad de acondicionamiento de aire 200 y a través del conducto de suministro 216. El lado de salida del ventilador 712 está conectado a un conducto de aireación 722. El conducto de aireación 722 se extiende a través de la unidad de aireación 700A. Aguas abajo del ventilador 712, se dispone un dispositivo de medición del flujo 732 en el conducto de aireación 722. En una forma de realización preferida, el dispositivo de medición del flujo 732 es un dispositivo Venturi. Un sensor de presión 734 determina la diferencia de presión en el dispositivo de medición del flujo 732 que proporciona las señales indicativas del flujo a través del conducto de aireación 722. Se proporciona un sensor de presión 735 para determinar la presión estática del dispositivo de medición del flujo 732, a fin de facilitar el cálculo del caudal másico a través del conducto de aireación 722. Se dispone un sensor térmico 736 antes (aguas arriba) del dispositivo de medición del flujo 732. El sensor térmico 736 se dispone entre el ventilador 712 y el dispositivo de medición del flujo 732. Se dispone un elemento de la válvula 738 en el conducto de aireación 722 aguas abajo del dispositivo de medición del flujo 732 para regular la cantidad de flujo a través del conducto de aireación 722. Se dispone un elemento de filtro 742 aguas abajo del elemento de la válvula 738. El elemento de filtro 742, preferentemente un filtro HEPA, proporciona una segunda filtración del aire que fluye a través del conducto de aireación 722, además del filtro 222 de la unidad de acondicionamiento de aire 200. Se dispone un elemento calefactor 752 en el conducto de aireación 722 aguas abajo del elemento de filtro 742. El colector 762 comprende una pluralidad de boquillas u orificios 764 para distribuir el aire filtrado y calentado hacia la cámara 500A. El colector 762 se dispone encima del transportador 14 en una zona en la que el transportador 14 abandona la cámara de descontaminación 500A. Se dispone un sensor térmico 766 en el colector 762.

La unidad de aireación 700A proporciona sustancialmente aire caliente y filtrado a la cámara de descontaminación 500A para eliminar el vapor de peróxido de los productos 12 el transportador 14 y para evitar la condensación.

Tal como se puede observar mejor en las figuras 1 y 4, un conducto 772 conecta el conducto de peróxido de hidrógeno vaporizado 512A con el conducto de aireación 722. El conducto 772 está conectado con el conducto de peróxido de hidrógeno vaporizado 512A entre el vaporizador 360 y el colector 542. El conducto 772 está conectado con conducto de aireación 722 entre la válvula de 738 y el elemento de filtro 742. Se dispone una válvula 774 en el conducto 772 para controlar el flujo a través del mismo. El conducto 772 se proporciona para descontaminar periódicamente el elemento de filtro 742 en la unidad de aireación 700A. Al cerrar la válvula 738 del conducto de aireación 722 y al abrir la válvula 774 del conducto 772, se puede dirigir el peróxido de hidrógeno vaporizado desde el vaporizador 360 a través del elemento de filtro 742.

Según la presente invención, al controlar la temperatura del aire, el caudal de aire, la temperatura del esterilizante y la velocidad de inyección del esterilizante en un sistema de descontaminación, se puede mantener la concentración pretendida de peróxido de hidrógeno vaporizado en una cámara de descontaminación. Cuando se utiliza peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP) en un sistema de descontaminación, resulta necesario evitar que el peróxido de hidrógeno vaporizado se condense en los productos o artículos a descontaminar. En una situación de equilibrio, se han de controlar el procedimiento del peróxido de hidrógeno vaporizado con un flujo estable, la velocidad de inyección de esterilizante, la velocidad del flujo de aire y la temperatura del aire para evitar la condensación. Según la presente invención, el sistema vaporizador de peróxido de hidrógeno se controla hasta una concentración y temperatura pretendidas de peróxido de hidrógeno vaporizado, a fin de evitar la condensación. Según un aspecto de la presente invención, el funcionamiento del sistema 10 se controla para mantener la concentración de peróxido de hidrógeno en una corriente de aire a una temperatura de condensación inferior a la temperatura de los productos que se deben descontaminar. El sistema 10 se controla basándose en un modelo matemático que se describirá a continuación.

Se conoce que la concentración del punto de condensación del agua y el esterilizante de peróxido de hidrógeno depende de la temperatura del aire - en la que se inyecta el esterilizante - y la concentración del agua y el peróxido en el aire. En el caso de una situación de equilibrio, el procedimiento de flujo estable, tal como se utiliza en un equipo de descontaminación de peróxido de hidrógeno vaporizado, la concentración del punto de condensación depende de la velocidad de inyección del esterilizante y de la temperatura y el flujo volumétrico de aire a través del inyector.

La concentración de peróxido de hidrógeno C_p en la corriente de aire (mg/litro) se puede determinar mediante la ecuación siguiente:

$$(1) \quad C_p = \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{P}{100} \right) E$$

en la que:

I = velocidad de inyección del esterilizante (g/min)

F = caudal de aire (pies³/min reales)

P = porcentaje de peróxido en el esterilizante

E = eficiencia del vaporizador (0,90 = 90%), que es una función de la cantidad de peróxido de hidrógeno descompuesto en el procedimiento de vaporización.

En la ecuación, el valor 1000 es un factor de conversión para convertir los gramos a miligramos. El valor 28,32 es un factor de conversión para convertir los pies cúbicos a litros.

La concentración de vapor de agua C_w en la corriente de aire (mg/litro) se puede determinar mediante la ecuación siguiente:

$$(2) \quad C_w = \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{100 - P}{100} \right) + \frac{I * 1000}{F * 28,32} \left(\frac{P}{100} \right) (1 - E) \frac{9}{17} + C_{w,aire}$$

El peróxido de hidrógeno se descompone en agua y oxígeno. Nueve diecisieteavos partes del peróxido de hidrógeno catalizado se convierten en agua y el resto se convierte en oxígeno. Esto se observa en la ecuación 2, que añade la parte de agua de peróxido de hidrógeno catalizado a la concentración de agua se observa en la corriente de aire.

$C_{w,aire}$ = concentración de agua en la corriente de aire que fluye en el vaporizador (mg/litro)

A partir de las ecuaciones (1) y (2), se puede determinar la concentración de agua y peróxido de hidrógeno de la corriente de aire. El punto de condensación del peróxido de hidrógeno se determina basándose en lo siguiente.

Se conoce que cuando el líquido de una concentración determinada de H₂O₂ se dispone en un alojamiento sin humedad inicial, el peróxido de hidrógeno líquido y el agua se evaporarán y alcanzarán el equilibrio en el alojamiento. La concentración de vapor de peróxido de hidrógeno será inferior la concentración de peróxido de hidrógeno que se encuentra en el líquido. A partir de fuentes conocidas, tales como el manual titulado: "Hydrogen Peroxide" de Schumb, Satterfield, y Wentworth[®] 1955, unas ecuaciones y una tabla proporcionan la relación entre las concentraciones de líquido y gas para el H₂O₂ y el agua. En un alojamiento, la concentración de vapor alcanzará el punto de saturación.

La fuente de información se utiliza para determinar el punto de saturación de las mezclas de agua y peróxido de hidrógeno en un volumen determinado.

En este sentido, la fracción molar de peróxido de hidrógeno en fase gaseosa (y_h) en una disolución de peróxido de hidrógeno y agua (líquida) viene determinada por la ecuación siguiente.

$$(3) \quad y_h = \frac{P_{hg} x_h \gamma_h}{P} = \frac{P_{hg} x_h \gamma_h}{(P_{wg} x_w \gamma_w) + (P_{hg} x_h \gamma_h)}$$

en la que:

x_h = fracción molar de peróxido de hidrógeno en el líquido esterilizante

P = presión de vapor total de la mezcla (mm Hg).

La presión de vapor total (P) de la mezcla se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(4) \quad P = p_{wg} x_w \gamma_w + p_{hg} (1-x_w) \gamma_h$$

en la que:

p_{wg} = presión de vapor del agua (mm Hg) (véase la ecuación posterior)

x_w = fracción molar de agua

p_{hg} = presión de vapor del peróxido de hidrógeno (mm Hg) (véase la ecuación posterior)

γ_w = coeficiente de actividad del agua

El coeficiente de actividad de agua se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(5) \quad \gamma_w = \exp\left(\frac{(1-x_p)^2}{RT} [B_0 + B_1(1-4x_w) + B_2(1-2x_w)(1-6x_w)]\right)$$

en la que:

x_p = fracción molar de peróxido de hidrógeno

R = 1,987 cal/gmol-K constante de los gases perfectos

B₀ = Coeficiente para calcular el coeficiente de actividad = -1017 + 0,97 * T

B₁ = Coeficiente para calcular el coeficiente de actividad = 85

B₂ = Coeficiente para calcular el coeficiente de actividad = 13

T = Temperatura del vapor de agua (K)

El coeficiente de actividad para el peróxido de hidrógeno (γ_h) se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(6) \quad \gamma_h = \exp\left(\frac{(x_w)^2}{RT} [B_0 + B_1(3-4x_w) + B_2(1-2x_w)(5-6x_w)]\right)$$

La fracción molar de peróxido de hidrógeno (X_p) se determina mediante la ecuación siguiente (tomada a partir de H2O2.com).

$$(7) \quad x_p = (\text{Percent} * MW_w) / (MW_p * (100 - \text{Percent}) + \text{Percent} * MW_w)$$

en la que:

Percent = porcentaje de peróxido de hidrógeno en forma gaseosa o líquida.

MW_W = Peso molecular del agua = 18,016 g/mol.

MW_p = Peso molecular del peróxido de hidrógeno = 34,016 g/mol.

5 La presión de vapor de agua se determina mediante las ecuaciones siguientes (del manual Fundamentals de ASHRAE). Para temperaturas superiores a 32°F, se proporciona la ecuación siguiente:

$$(8) \quad VP = \text{Exp} [(C_8 / (TF + 460)) + C_9 + C_{10} \cdot (TF + 460) + C_{11} \cdot (TF + 460)^2 + C_{12} \cdot (TF + 460)^3 + C_{13} \cdot \text{Log}(TF + 460)]$$

en la que:

VP = Presión de vapor en la saturación (psi)

TF = temperatura del vapor (°F)

10 $C_8 = -10440,397$

$C_9 = -11,29465$

$C_{10} = -0,027022355$

$C_{11} = 0,00001289036$

$C_{12} = -2,4780681E-09$

15 $C_{13} = 6,5459673$

La presión de vapor de peróxido de hidrógeno anhidro se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(9) \quad P_{hg} = 10^{\left(\frac{44,5760 - \frac{4025,3}{T} - 12,996 \log T + 0,0046055T}{1} \right)}$$

en la que:

p_{hg} = presión de vapor del peróxido de hidrógeno (mm Hg)

20 T = temperatura del vapor (K)

Se puede utilizar la ley de los gases perfectos para calcular el nivel de saturación de los compuestos peróxido de hidrógeno y vapor de agua a una temperatura determinada, tal como se demuestra en la referencia 2. La ley de los gases perfectos se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(10) \quad PV = nRT$$

25 en la que:

P = presión de vapor de la mezcla de agua y peróxido (mm Hg).

V = volumen (m^3)

n = número de moles

R = constante universal de los gases perfectos (0,082 litros-atm/mol-K)

30 T = temperatura del vapor (K)

La concentración saturada del vapor de peróxido o agua o se proporciona habitualmente en masa por unidad de volumen. La ecuación (10) se puede organizar para determinar la concentración tal como se indica a continuación en la ecuación (11).

$$(11) \quad C = w/V = Mn/V = MxP/(RT)$$

35 en la que:

C = concentración saturada de vapor de agua (mg/litro)

w = masa (mg)

V = volumen (litros)

M = peso molecular del agua o peróxido de hidrógeno (g/mol).

= 34,016 g/mol para el peróxido

= 18,016 g/mol para el agua

5

x = fracción molar de vapor

P = presión de vapor de la mezcla de agua y peróxido (mm Hg) de las ecuaciones (8) y (9).

R = constante universal de los gases perfectos (0,082 litros-atm/mol-K)

T = temperatura del vapor (K)

10

La ecuación (11) se puede resolver para la concentración saturada de agua ($C_{w,sat}$) y el peróxido de hidrógeno ($C_{h,sat}$). El porcentaje de vapor de peróxido de hidrógeno se puede calcular mediante la ecuación siguiente.

$$(12) \quad P_c = [C_{p,v} / (C_{p,c} + C_{w,c})] 100$$

en la que:

P_c = Porcentaje de peróxido de hidrógeno en forma de vapor.

15

$C_{p,c}$ = concentración de peróxido de hidrógeno a partir de la ecuación (11) (mg/litro)

$C_{w,c}$ = concentración de agua de la ecuación (11) (mg/litro)

El porcentaje de peróxido de hidrógeno en forma de vapor calculado con la ecuación (12) se puede comparar con el porcentaje de peróxido de hidrógeno calculado utilizando las ecuaciones (1) y (2).

$$(13) \quad P = [C_p / (C_p + C_w)] 100$$

20

en la que:

P = porcentaje teórico de peróxido de hidrógeno en la corriente de aire.

C_p y C_w se explican en las ecuaciones (1) y (2) anteriores.

25

El porcentaje de peróxido calculado en la ecuación (12) ha de coincidir con el calculado en la ecuación (13). Tal como se describió anteriormente, si el porcentaje de peróxido de hidrógeno en el esterilizante se utiliza en la ecuación (7), el porcentaje encontrado utilizando la ecuación (12) será demasiado bajo. Se puede provocar que las ecuaciones produzcan la concentración correcta de vapor saturado a partir de la ecuación (12) aumentando la concentración (porcentaje) de peróxido de hidrógeno líquido que se utiliza en la ecuación (7) hasta que se ajusta a la concentración encontrada utilizando las ecuaciones (12) y (13).

30

La temperatura de entrada de aire debe ser suficiente para vaporizar el esterilizante y proporcionar una temperatura de salida suficientemente elevada para evitar la condensación aguas abajo. La temperatura requerida en la entrada al tubo vaporizador se determina del siguiente modo.

35

El calor necesario para evaporar el peróxido de hidrógeno se debe principalmente al calor latente de vaporización para el peróxido de hidrógeno. En menor medida, el calor sensible se necesita para calentar el líquido esterilizante desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de vaporización. El calor de vaporización (calor latente) en función de la concentración de peróxido de hidrógeno en el agua se proporciona en la figura 10, cortesía de H2O2.com.

El calor latente, h_{fg} , se expresa en unidades de calorías por gramo. Las unidades para el h_{fg} se pueden convertir a BTU por gramo para un 35% de peróxido en agua del siguiente modo.

$$h_{fg} = 525 \frac{\text{cal}}{\text{gm}} \left(\frac{1 \text{ BTU}}{251,9968 \text{ cal}} \right) = 2,083 \frac{\text{BTU}}{\text{gm}}$$

40

El calor de vaporización se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(14) \quad Q_{vap} = h_{fg} (I) \text{ (BTU/min)}$$

en la que:

I = velocidad de inyección de esterilizante (g/min)

El calor sensible requerido para calentar el esterilizante desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de salida pretendida se determina mediante la ecuación siguiente.

$$(15) \quad Q_{sen} = I \cdot \rho_{ster} \cdot C_{p,ster} (T_2 - T_{amb})$$

5 en la que:

ρ_{ster} = densidad del esterilizante encontrada en H2O2.com (véase la figura 11) (g/ml)

$C_{p,ster}$ = calor específico del esterilizante encontrado en H2O2.com (véase la figura 12) (BTU/(gramo-C))

T_2 = temperatura de salida del vaporizador definida por el usuario (C)

T_{amb} = temperatura ambiente del esterilizante (C)

10 Las figuras 11 y 12 son cortesía de H2O2.com.

El aire caliente se utiliza para vaporizar el esterilizante. Se determina la pérdida de calor por la corriente de aire, Q_{aire} , mediante la ecuación siguiente.

$$(16) \quad Q_{aire} = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_1 - T_2) \text{ (BTU/min)}$$

en la que:

15 \dot{m} = caudal másico de aire = (0,075 lbm/scf) x scfm (lbm/min)

C_p = calor específico del aire a la temperatura global (BTU/(lbm-R))

T_1 = temperatura del aire de entrada (hacia el tubo vaporizador) (°F)

T_2 = temperatura del aire de salida (del tubo vaporizador) (°F)

20 La temperatura de salida se determina conociendo el punto de condensación del esterilizante en la corriente de aire utilizando las ecuaciones proporcionadas anteriormente. El valor de Q_{aire} es igual a Q_{vap} más Q_{sen} . La única incógnita en la ecuación (16) es la temperatura de entrada. Resolviendo la ecuación (16) para T_1 se obtiene:

$$(17) \quad T_1 = \frac{Q_{vap} + Q_{sen}}{\dot{m} \cdot C_p} + T_2$$

25 Haciendo referencia a continuación al funcionamiento del sistema 10, se programa un controlador (no representado) para permitir que el sistema 10 funcione en tres modos de funcionamiento distintos, en particular: (1) funcionamiento para mantener una temperatura pretendida para el punto de condensación en las cámaras de descontaminación 500a, 500b, (2) funcionamiento a una velocidad fija de inyección del esterilizante y (3) funcionamiento de tal modo que se mantiene una concentración pretendida de peróxido. El controlador recibe las señales de entrada de los diversos sensores a lo largo del sistema 10. Además, se programa el controlador, basándose en las ecuaciones anteriores, para controlar los elementos calefactores 298, 352, 752, los motores de los ventiladores 294, 322, 632, 712, y los motores de las bombas 124, 324, 428, según el modo de selección de funcionamiento.

35 Haciendo referencia en primer lugar al primer modo de funcionamiento que mantiene un punto de condensación específico en las cámaras de descontaminación, se requiere que el usuario realice determinadas entradas para dicho modo de funcionamiento. En particular, el usuario introduce lo siguiente: (a) la temperatura pretendida para el punto de condensación (T_{dp}), (b) una temperatura pretendida para la salida del vaporizador y (c) el porcentaje de peróxido de hidrógeno en el líquido esterilizante.

40 Cuando se utiliza el sensor del peróxido de hidrógeno vaporizado 552, se puede calcular el punto de condensación. Cuando no existe ningún sensor disponible, se puede estimar las ecuaciones (1) y (2) para calcular las concentraciones de agua y peróxido (suponiendo que se conoce la eficiencia).

45 Tal como es conocido por los expertos en la materia, la temperatura del punto de condensación es la temperatura a la que el vapor de agua y el vapor de peróxido de hidrógeno en el aire se saturan y empieza la condensación. En el contexto de la presente invención, el objetivo del sistema 10 cuando funciona en el primer modo de funcionamiento es controlar la temperatura del aire, el flujo de aire y la concentración de agua y peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP) en la corriente de aire a fin de evitar la condensación sobre los productos 12 a esterilizar. Tal como podrán apreciar los expertos en la materia, la temperatura de los productos 12 a esterilizar es

un factor en la determinación de la temperatura real del punto de condensación. En la forma de realización representada, los productos 12, se transportarán a través de una cámara de descontaminación 500A o 500B. La temperatura inicial de los productos 12 que entran en la cámara 500A o 500B es importante para determinar la temperatura pretendida para el punto de condensación (T_{dp}). La temperatura pretendida para el punto de condensación se determina basándose en la temperatura inicial de los productos 12 que entran en la cámara de descontaminación 500A o 500B. Para garantizar que no se forme condensación sobre los productos 12, "la temperatura pretendida para el punto de condensación", conocida asimismo como "temperatura preseleccionada", que se ha introducido en el sistema es preferentemente un número específico de grados inferior a las temperaturas iniciales de los productos 12 cuando entran en la cámara de descontaminación 500A o 500B. En una forma de realización preferida, la temperatura pretendida para el punto de condensación se selecciona para que sea aproximadamente 30°C inferior a la temperatura inicial de los productos 12 cuando entran en la cámara de descontaminación 500A o 500B. Se podrá apreciar, por supuesto, que el factor de temperatura añadido se podría aumentar o disminuir, mientras continúe siendo inferior a la temperatura inicial de los productos 12.

Tal como podrán apreciar los expertos en la materia, cuanto menor sea la temperatura de los productos 12 a esterilizar cuando entran en la cámara de descontaminación, menor será la temperatura del punto de condensación en la que el agua y el vapor de peróxido de hidrógeno se condensan sobre los productos 12.

El segundo elemento de los datos introducidos por el usuario es una temperatura pretendida para la salida del vaporizador. Hasta cierto punto, dichos datos dependen asimismo de las propiedades físicas de los productos 12 a descontaminar. En este sentido, puede ser necesario que funcione el sistema 10 por debajo de una temperatura determinada para evitar dañar los productos 12.

El tercer elemento de los datos introducidos por el usuario es el porcentaje de peróxido de hidrógeno en el líquido esterilizante. Dicha información la proporciona el proveedor del esterilizante líquido.

Basándose en la información introducida anteriormente, el sistema funciona en el primer modo de operación del siguiente modo.

Inicialmente, ambos depósitos de reserva 132A, 132B de la unidad de suministro de esterilizante 100 se llenan preferentemente con esterilizante líquido. El esterilizante líquido se suministra a los depósitos respectivos mediante la bomba 122. Los depósitos 132A, 132B se llenan preferentemente a un nivel de llenado pretendido, indicado por el sensor de nivel 154 de cada depósito 132A, 132B.

Preferentemente, se utiliza un depósito de 132A o 132B para proporcionar el esterilizante líquido a las unidades de vaporización 300A, 300B en cualquier momento. Cuando un depósito determinado 132A o 132B se ha agotado de esterilizante líquido, el esterilizante líquido procedente de otros depósitos 132A o 132B se utiliza para abastecer las unidades de vaporización 300A, 300B. Se puede recargar un depósito vacío 132A o 132B abriendo las válvulas apropiadas 144, 146 hacia un depósito vacío 132A o 132B y bombeando esterilizante líquido desde el suministro exterior 114 del depósito vacío. Aunque se llene un depósito vacío 132A o 132B, el otro depósito 132A o 132B se utiliza para abastecer las unidades de vaporización 300A, 300B. Los depósitos 132A, 132B se dimensionan para permitir el funcionamiento continuo del sistema de descontaminación 10, mientras se está volviendo a llenar un depósito 132A o 132B. Como resultado de ello, se puede proporcionar un flujo sustancialmente continuo de esterilizante simultáneamente a los vaporizadores 300A, 300B para permitir el procesamiento continuo de los productos 12.

Tal como se representa en la figura 2, el esterilizante líquido de los depósitos 132A, 132B se dirige hacia el depósito de retención 170. El depósito de retención 170 se dimensiona para permitir que los gases que se han liberado del líquido esterilizante se puedan descargar de la unidad de suministro 100 antes de entrar en las unidades de vaporización 300A, 300B. En este sentido, se ha descubierto que las dimensiones exteriores del depósito de retención 170, al ser significativamente superiores que los conductos de alimentación y el conducto del sistema 10, permiten que el gas del esterilizante líquido se libere y se descargue, y evita que dichas burbujas o bolsas de gas circulen hacia las unidades de vaporización 300A, 300B.

Tal como se indicó anteriormente, la unidad de suministro de esterilizante 100 es un sistema de alimentación por gravedad. Para evitar atrapar burbujas de gas en el conducto de alimentación del vaporizador 192, todos los conductos y tuberías que constituyen la línea de alimentación vaporizador 192 de depósito de retención de 170 a unidades de vaporización 300A, 300B tiene una pendiente hacia abajo de manera que cualquier gas liberado por el agente esterilizante líquido dentro de la línea de alimentación vaporizador 192 migra a depósito de retención 170, en el que puede ser liberado a través de conducto de ventilación 174. La válvula de ventilación 176 en la línea 174 está controlada por el interruptor de flotador 177.

Haciendo referencia a continuación al funcionamiento de las unidades de vaporización 300A, 300B, tal como se representa en la figura 3, se describirá a continuación el funcionamiento de la unidad de vaporización 300A, comprendiéndose que dicha descripción se aplica también a la unidad de vaporización 300B. El controlador del sistema 10 provoca que el motor 324 accione el ventilador 322, con lo que se extrae aire a través de la unidad de acondicionamiento de aire 200 y se inyecta el aire hacia el vaporizador 360 a través del conducto vertical 328. Se determina el flujo de aire creado por el ventilador 322 mediante el elemento de flujo 332. Tal como se ha

5 indicado anteriormente, el motor 324 es preferentemente un motor de velocidad variable controlado eléctricamente en el que el flujo de aire creado a través del vaporizador 360 se puede ajustar automáticamente mediante el controlador. Se activa el elemento calefactor 352 para calentar el aire que entra en la cámara impelente del vaporizador 364. La salida del elemento calefactor 352 se puede ajustar variando el ciclo de utilización para el elemento calefactor 352. Es decir, se puede ajustar la temperatura del aire que fluye hacia la cámara impelente del vaporizador 364 ajustando la salida del elemento calefactor 352.

10 Cuando el sistema 10 se ponga en funcionamiento por primera vez, el aire del ventilador 322 se impulsa a través de la cámara impelente 364 y a través de la cámara de descontaminación 500A. El aire caliente se inyecta a través del sistema 10 para permitir que los elementos del mismo se calienten hasta que la temperatura del sistema 10 se estabilice. Los sensores térmicos 274, 286, 336, 452, 454, 546, 626, 662 y 664 controlan en todo el sistema 10 la temperatura del aire dentro del sistema 10 y determinan cuándo el sistema ha alcanzado una temperatura de equilibrio basándose en la temperatura de entrada del elemento calefactor 352 según ha determinado el sensor de temperatura 336.

15 Una vez que la temperatura del sistema 10 se ha estabilizado, el esterilizante líquido se inyecta en la corriente de aire caliente mediante el sistema de inyector 410. La cantidad de esterilizante inyectada en el sistema se determina mediante el controlador basándose en cálculos los que se han utilizado las ecuaciones especificadas anteriormente. La inyección inicial del esterilizante líquido en la corriente caliente crea un aumento de presión dentro de la cámara impelente del vaporizador 364 como resultado de que el esterilizante líquido se vaporiza en la corriente de aire caliente. Dicho aumento de la presión dentro de la cámara impelente del vaporizador 364 provocará una reducción del flujo de aire hacia el vaporizador 360. Dicha disminución del flujo de aire se detectará mediante el elemento de flujo 332. Según un aspecto de la presente invención, el funcionamiento del motor del ventilador 322 se controla mediante el flujo de aire detectado a través del elemento de flujo 332. Basándose en las señales de salida del elemento de flujo 332 y el sensor 334, el controlador aumenta la velocidad del ventilador 322 para mantener el flujo de aire pretendido a través de la cámara impelente del vaporizador 364 y de las unidades aguas abajo. En este sentido, el sistema 10 es autorregulable para mantener el caudal de aire pretendido a través de sistema 10, mientras se está generando el peróxido de hidrógeno vaporizado. El peróxido de hidrógeno vaporizado procedente de la unidad de vaporización 360 se transporta hacia la cámara de descontaminación 500A a través del conducto de alimentación de peróxido 512A. Según otra forma de realización de la presente invención, por motivos de seguridad, la unidad de vaporización 360 se dispone encima de la cámara de descontaminación 500A, tal como se representa en la figura 3. En este sentido, no permanecerá peróxido de hidrógeno sin vaporizar en la unidad de vaporización 360 en estado líquido y goteará o fluirá en dirección descendente hacia la cámara de descontaminación 500A. El goteo o el flujo de peróxido de hidrógeno líquido en la cámara de descontaminación 500A se puede determinar a partir de una inspección visual de la cámara de descontaminación 500A. Si el peróxido de hidrógeno líquido se aprecia en la cámara de descontaminación 500A, el sistema se desconecta para evitar una situación de riesgo.

35 El peróxido de hidrógeno vaporizado entra en el colector 542 en el que se distribuye sobre los productos 12 a través de las boquillas 544. En este sentido, tal como se puede apreciar, los productos 12 empiezan a desplazarse a través de la cámara de descontaminación 500A una vez se ha determinado que el funcionamiento del vaporizador 360 se encuentra en una situación de equilibrio.

40 Tal como se representa esquemáticamente en los dibujos, el peróxido de hidrógeno vaporizado se dirige sobre los productos 12 desde la parte superior. Se activa el ventilador 632 de la unidad descomponedora 600A para extraer el peróxido de hidrógeno vaporizado de la cámara de descontaminación 500A a través del conducto 612. El elemento de flujo 622 proporciona las señales indicativas de la corriente del ventilador 632. El controlador regula el funcionamiento del ventilador 632 a fin de equilibrar el flujo de aire hacia el exterior de la cámara de descontaminación 500A con el flujo de aire que atraviesa la cámara impelente del vaporizador 364. La corriente de aire extraído de la cámara de descontaminación 500A se impulsa a través de la descomponedora 642, en la que se descompone el peróxido de hidrógeno vaporizado en oxígeno y agua que se ha agotado del sistema 10, tal como se representa esquemáticamente en la figura 6.

45 Tal como se ha indicado anteriormente, en este modo de funcionamiento, es decir, cuando se controla el sistema para mantener la concentración de vapor de agua y de peróxido de hidrógeno vaporizado en la cámara de descontaminación 500A a la temperatura pretendida para el punto de condensación, el controlador del sistema 10 examina constantemente los diversos sensores de todo el sistema 10 para garantizar que se inyecta la cantidad apropiada de líquido esterilizante de peróxido de hidrógeno en el sistema de inyección 410.

50 Según otro aspecto de la presente invención, el sistema 10 controla y verifica la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado producido en el sistema 10 de diversos modos. Según un primer procedimiento para determinar el peróxido de hidrógeno vaporizado (VHP), el sistema 10 controla el descenso de temperatura en la descomponedora 642 con los sensores térmicos 662 y 664. En este sentido, la descomposición del peróxido de hidrógeno vaporizado produce calor. Controlando el cambio de temperatura en la descomponedora 642, se puede determinar una primera indicación de la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado que circula a través del sistema.

60 Un segundo procedimiento de medición y control del peróxido de hidrógeno vaporizado en del sistema 10

se realiza mediciones del sensor de peróxido de hidrógeno vaporizado 462 o 552.

Un tercer procedimiento de medición y control de la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado en el sistema 10 se realiza controlando la velocidad de inyección del esterilizante líquido en el sistema de inyección 410. En este sentido, se puede controlar la salida del medidor de masas 427 para proporcionar una indicación de las cantidades medidas de esterilizante líquido que se dirigen al sistema de inyección 410. Las concentraciones de peróxido y agua se calculan utilizando las ecuaciones 1 y 2.

Un cuarto procedimiento de medición y control de la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado en el sistema 10 comprende vigilar el cambio de temperatura en la cámara impelente del vaporizador 364. En particular, se controlan los sensores térmicos 452 y 454 de la cámara impelente del vaporizador 364. Así como la descomposición del peróxido de hidrógeno vaporizado produce una cantidad específica de calor por unidad de masa, del mismo modo, la vaporización de peróxido de hidrógeno líquido requiere una cantidad específica de calor que produce una disminución de la temperatura. Controlando el cambio de temperatura en la corriente de aire en la cámara impelente del vaporizador 364, se puede determinar la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado en el sistema 10.

Según un aspecto de la presente invención, el sistema 10 controla las cuatro condiciones anteriores y compara los cálculos de salida entre sí. Si alguno de los cuatro parámetros examinados se encuentra fuera de un intervalo aceptable de error, el sistema 10 alerta al usuario del sistema de problemas potenciales.

Controlando continuamente los sensores de todo el sistema 10, se puede mantener la concentración de vapor de agua y vapor de peróxido de hidrógeno de la corriente de aire a una temperatura pretendida para el punto de condensación. Debido a que, tal como se ha indicado anteriormente, la temperatura de funcionamiento pretendida para el punto de condensación es preferentemente de aproximadamente 30°C inferior a las temperaturas de los productos 12 que entran en la cámara de descontaminación, se puede evitar la condensación en dichos productos 12.

La presente invención proporciona un sistema 10 que puede funcionar para mantener una temperatura determinada del punto de condensación, a fin de evitar que el vapor de agua o el peróxido de hidrógeno vaporizado se condensen sobre los productos 12 y, al mismo tiempo, se mantiene la temperatura de funcionamiento pretendida de tal modo que no se perjudican los productos 12 a descontaminar.

Haciendo referencia a continuación al segundo modo de operación, es decir, en el que el sistema 10 se mantiene a una velocidad de inyección predeterminada, se requiere que el usuario introduzca de nuevo la temperatura pretendida para el colector 542 y el porcentaje de peróxido de hidrógeno en el esterilizante líquido. En este modo de funcionamiento, una vez que se ha establecido un flujo estable, la velocidad de inyección del sistema de inyección 410 se mantiene en una cantidad fija. El flujo de aire a través del sistema puede aumentar para mantener una temperatura de funcionamiento pretendida, sin embargo, la velocidad de inyección permanece constante durante todo el funcionamiento en este modo. El punto de condensación se suministra al usuario, de tal modo que se pueda realizar una determinación si se produce condensación.

En el tercer modo de funcionamiento, es decir, en el que la concentración de peróxido de hidrógeno vaporizado se mantiene estable, el usuario introduce una temperatura de funcionamiento pretendida para el colector 542. Una vez se ha establecido el flujo de aire estable a través del sistema, el peróxido de hidrógeno líquido se inyecta en la corriente de aire. Tal como se ha indicado anteriormente, el sistema 10 controla la cantidad de peróxido de hidrógeno vaporizado en el sistema 10 y mantiene la concentración pretendida de peróxido de hidrógeno vaporizado aumentando o disminuyendo la velocidad de inyección de la bomba 426 del sistema de inyección 410.

La estrategia de control para el primer modo de funcionamiento se realiza del siguiente modo:

1.) El usuario introduce lo siguiente:

- a. La temperatura pretendida para el punto de condensación (T_{dp}).
- b. La temperatura del colector.
- c. El porcentaje de peróxido de hidrógeno en el esterilizante líquido.

2.) Se conoce lo siguiente:

a. La eficiencia vaporizador (E) encontrada mediante pruebas. (Cuando se utiliza un sensor de infrarrojos próximos 462, no se requieren las ecuaciones 1 y 2 para determinar las concentraciones de peróxido de hidrógeno y agua. Cuando no se utiliza un sensor de infrarrojos próximos 462, se utilizan las ecuaciones 1 y 2 para calcular las concentraciones de peróxido de hidrógeno y el agua. Este cálculo requiere que el usuario entre la eficiencia del vaporizador en el controlador de sistema de descontaminación 10.)

b. La concentración de agua en la corriente de aire hacia el exterior de la secadora, a partir de los datos de

los proveedores o de las pruebas.

3.) Asumir inicialmente que el vapor en el exterior del vaporizador comprenderá el mismo porcentaje de peróxido de hidrógeno que el esterilizante líquido.

4.) Calcular la fracción molar de peróxido de hidrógeno (x_p) en el esterilizante utilizando la ecuación 7.

5

5.) Calcular la fracción molar de agua en el esterilizante, $X_w = 1 - x_p$

6.) Calcular los coeficientes de actividad utilizando las ecuaciones 5 y 6 en la entrada de la temperatura del punto de condensación por parte del usuario.

7.) Calcular la presión de vapor del agua y del peróxido de hidrógeno utilizando las ecuaciones 8 y 9 en la entrada de la temperatura del punto de condensación por parte del usuario.

10

8.) Calcular la presión de vapor total utilizando la ecuación 4.

9.) Determinar la fracción molar de peróxido de hidrógeno gaseoso en el líquido utilizando la ecuación 3.

10.) Determinar si la fracción molar calculada mediante la ecuación 7 equivale a la calculada utilizando la ecuación 3.

15

11.) Si las fracciones molares no coinciden dentro de un margen de error aceptable, repetir el cálculo la fracción molar de peróxido en el esterilizante (estado líquido) y volver a realizar las etapas 5 a 10 anteriores. Se puede utilizar una de las muchas técnicas de repetición para coincidir con la solución.

12.) Si las fracciones molares coinciden dentro de un margen de error aceptable, calcular la concentración de saturación del peróxido de hidrógeno ($C_{h,sat}$) y del agua ($C_{w,sat}$) utilizando la ecuación 11.

13.) Calcular la velocidad de inyección de esterilizante a partir de la ecuación 1 utilizando $C_{h,sat}$.

20

14.) Calcular la concentración de agua (C_w) utilizando la ecuación 2.

15.) Comparar C_w con $C_{w,sat}$

16.) Si C_w y $C_{w,sat}$ no son iguales dentro de un margen de error aceptable, volver a calcular el porcentaje de peróxido (P) utilizando $C_{h,sat}$ y C_w : $P = C_{h,sat}/(C_{h,sat} + C_w) \cdot 100$ y volver a realizar las etapas 4 a 15.

25

17.) Si C_w y $C_{w,sat}$ se encuentran dentro de un margen de error aceptable, la velocidad de inyección inicial se ajustará como la calculada en la etapa 15 anterior.

18.) Calcular el calor de vaporización (Q_{vap}) utilizando la ecuación 14.

19.) Determinar la temperatura del aire en la entrada del vaporizador (T_1) utilizando la ecuación 16.

30

20.) Si la temperatura del aire calculada en la etapa 19 no es demasiado grande para los elementos aguas abajo, se puede establecer el flujo de aire en la T_1 y se puede inyectar el peróxido en la corriente de aire una vez que el sistema ha alcanzado una situación de equilibrio.

21.) Si la temperatura del aire T_1 es demasiado grande para los elementos aguas abajo, se puede ajustar inicialmente la temperatura a la temperatura máxima permitida.

35

22.) La velocidad de inyección, se puede determinar realizando repeticiones hasta que la temperatura de salida del vaporizador es superior al punto de condensación por la misma diferencia que existe entre la temperatura pretendida para el punto de condensación (T_{dp}) y la temperatura de salida pretendida (T_2).

23.) Se puede continuar un procedimiento gradual de elevación hasta que se alcanzan las temperaturas requeridas para el punto de condensación (T_{dp}) y de salida (T_2).

24.) Si se dispone de retroalimentación hacia el control, se puede alcanzar el punto de condensación utilizando la concentración real de peróxido de hidrógeno y agua en vez de la calculada en las ecuaciones 1 y 2.

40

La estrategia de control para el segundo modo de funcionamiento se establece del siguiente modo.

1.) El usuario introduce lo siguiente:

a. La velocidad de inyección pretendida

b. La temperatura del colector.

c. El porcentaje de peróxido de hidrógeno en el esterilizante líquido.

2.) Se conoce lo siguiente:

a. La eficiencia vaporizador (E) encontrada mediante pruebas (se utiliza cuando no se emplea un sensor de IR próximos)

b. La concentración de agua en la corriente de aire hacia el exterior de la secadora, a partir de los datos de los proveedores o de las pruebas.

3.) El controlador calcula y presenta un punto de condensación basándose en la velocidad de inyección establecida por el usuario.

4.) El usuario, conociendo el punto de condensación para la velocidad de inyección introducida, puede a continuación, si resulta necesario, ajustar, es decir, cambiar la "las entradas del usuario" para evitar la condensación sobre los productos a descontaminar. En este sentido, en el segundo modo de funcionamiento, no existe control automático del punto de condensación.

La estrategia de control para el tercer modo de funcionamiento se establece del siguiente modo.

1.) El usuario introduce lo siguiente:

a. La concentración pretendida de peróxido de hidrógeno.

b. La temperatura del colector.

c. El porcentaje de peróxido de hidrógeno en el esterilizante líquido.

2.) Se conoce lo siguiente:

1) La eficiencia del vaporizador (E) encontrada mediante pruebas (se utiliza cuando no se emplea un sensor de IR próximos)

2) La concentración de agua en la corriente de aire hacia el exterior de la secadora, a partir de los datos de los proveedores o de las pruebas.

3) El controlador calcula y eleva la velocidad de inyección del peróxido de hidrógeno líquido hasta que se alcanza la concentración pretendida de peróxido de hidrógeno vaporizado.

4) El controlador calcula y presenta el punto de condensación en la concentración pretendida de peróxido de hidrógeno.

La descripción anterior es una forma de realización particular de la presente invención. Se debe apreciar que dicha forma de realización se describe únicamente a título ilustrativo y que los expertos en la materia pueden realizar numerosas alteraciones y modificaciones sin apartarse, por ello, del alcance de la presente invención, tal como se reivindica.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (10) para descontaminar unos productos (12) en una cámara de descontaminación (500A, 500B) que presenta un conjunto de recipiente (130) que comprende:

un primer depósito de almacenamiento (132A) conectado con una fuente de peróxido de hidrógeno (114);

5 un segundo depósito de almacenamiento (132B) conectado con una fuente de peróxido de hidrógeno (114);

un depósito colector (170) conectado con dicho primer depósito de almacenamiento (132A) y dicho segundo depósito de almacenamiento (132B), estando conectado asimismo dicho depósito colector (170) con una unidad de vaporización (300A, 300B);

10 unos medios de válvula (144, 146, 166, 168) para comunicar selectivamente de un modo fluido dicho primer depósito de almacenamiento (132A) y dicho segundo depósito de almacenamiento (132B) con dicho depósito colector (170) y para comunicar selectivamente de un modo fluido dicho primer depósito de almacenamiento (132A) y dicho segundo depósito de almacenamiento (132B) con dicha fuente de peróxido de hidrógeno líquido (114);

15 un conducto de ventilación (174) conectado en un extremo con dicho depósito colector (170) y un segundo extremo de dicho conducto de ventilación (174) dispuesto en una zona por encima de la parte superior de dicho primer depósito de almacenamiento (132A) y dicho segundo depósito de almacenamiento (132B); y

una válvula de ventilación (176) dispuesta en dicho conducto de ventilación (174) para controlar el flujo a través del mismo.

20 2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además: unos medios de bombeo (122) para bombear dicho peróxido de hidrógeno líquido procedente de dicha fuente de peróxido de hidrógeno líquido (114) hasta dicho primer depósito de almacenamiento (132A) y dicho segundo depósito de almacenamiento (132B).

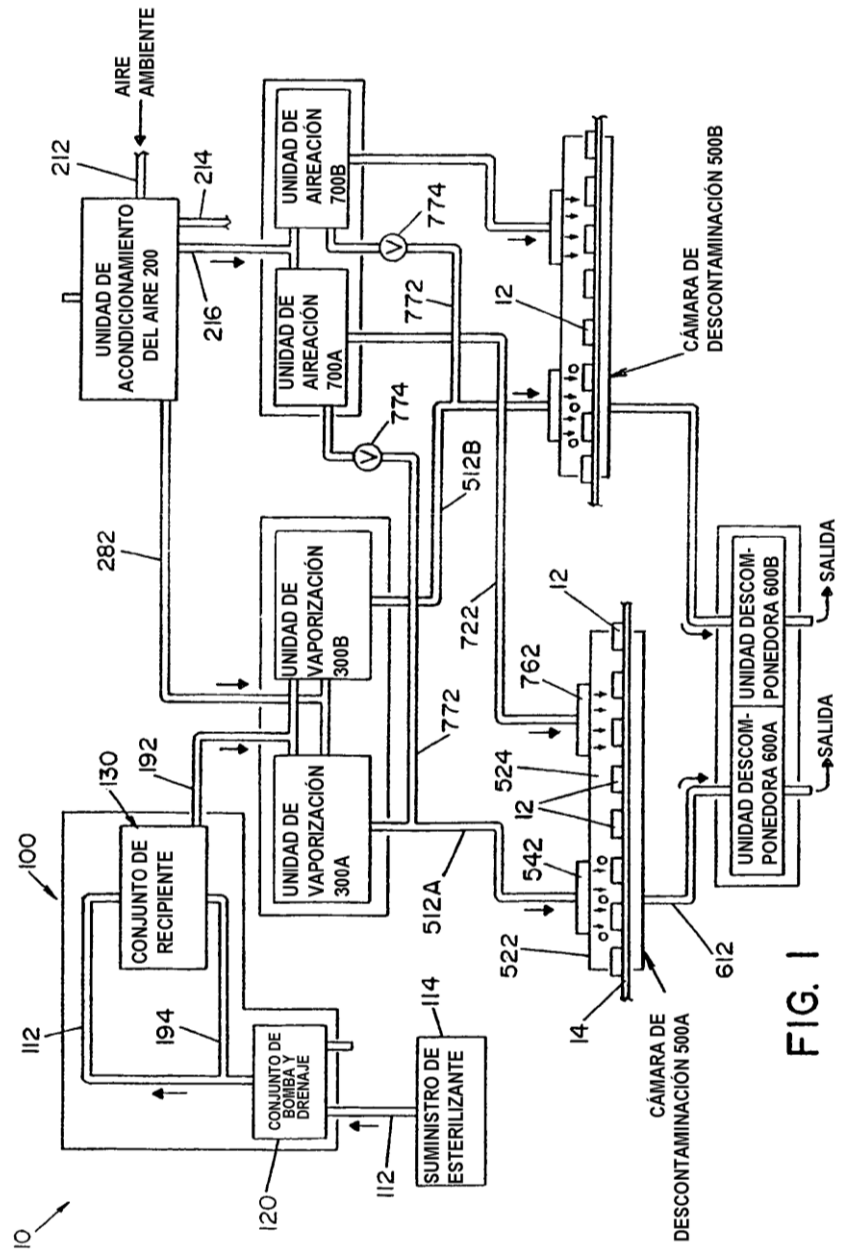


FIG. 1

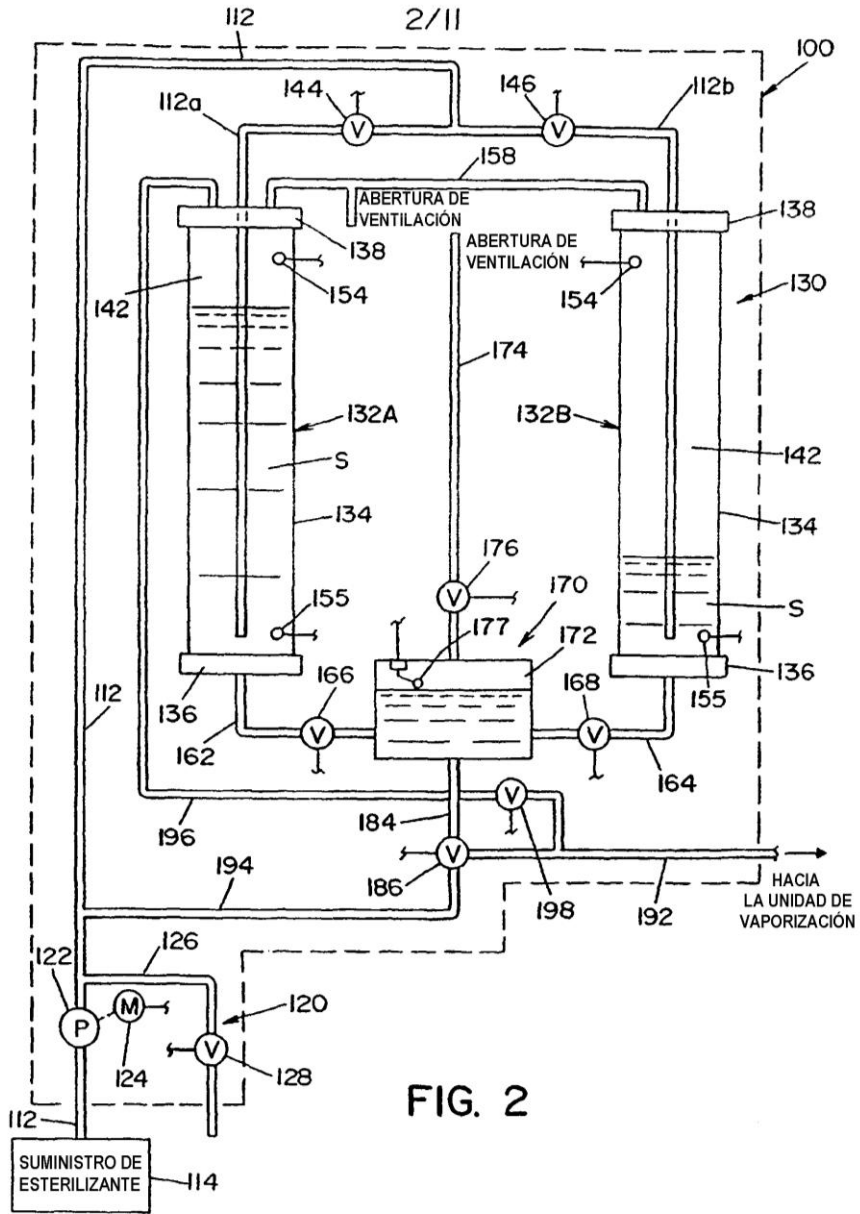


FIG. 2

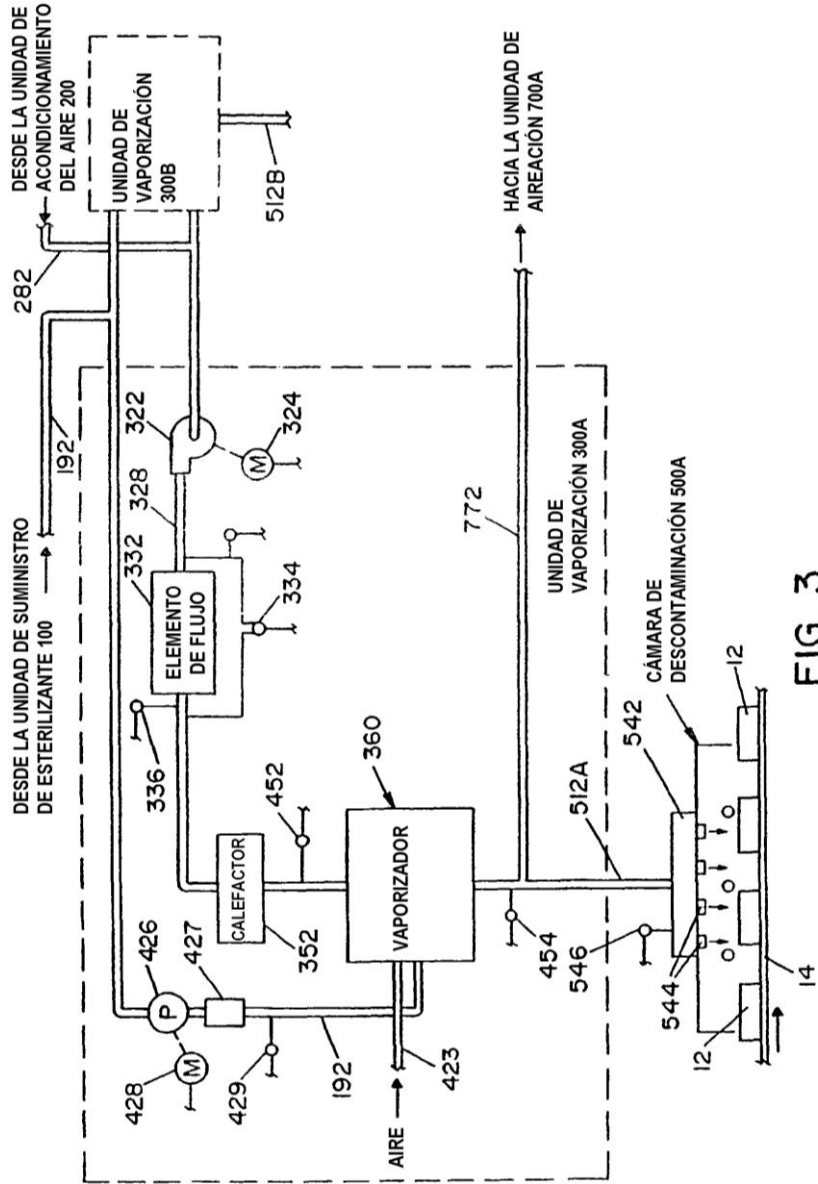


FIG. 3

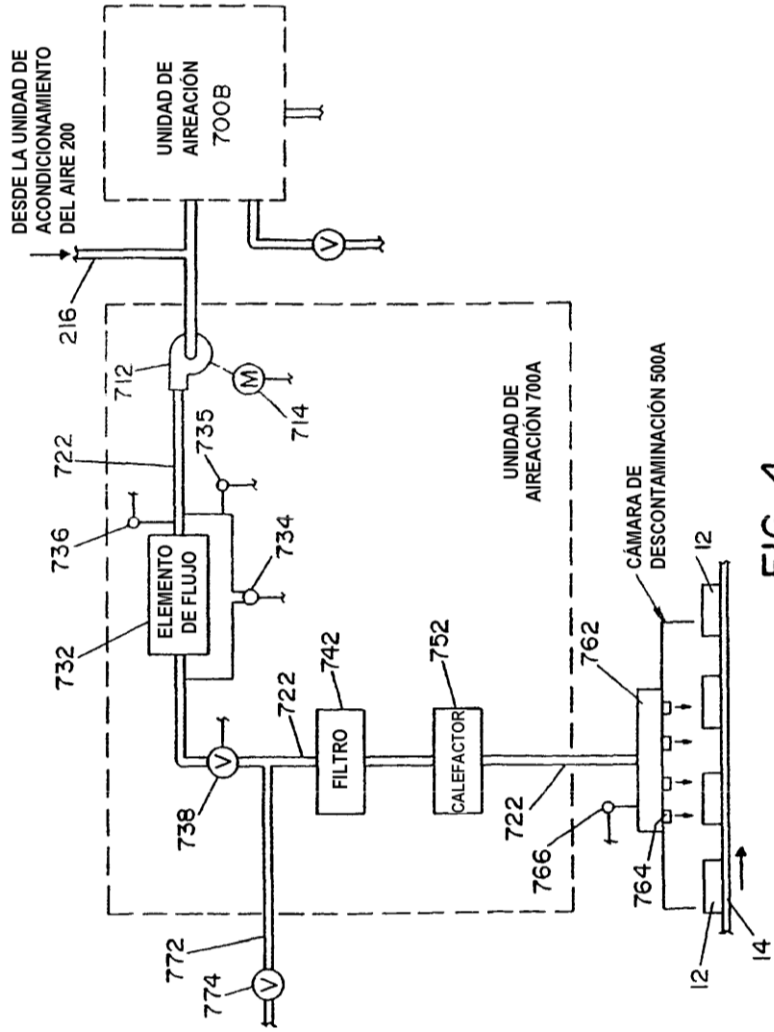


FIG. 4

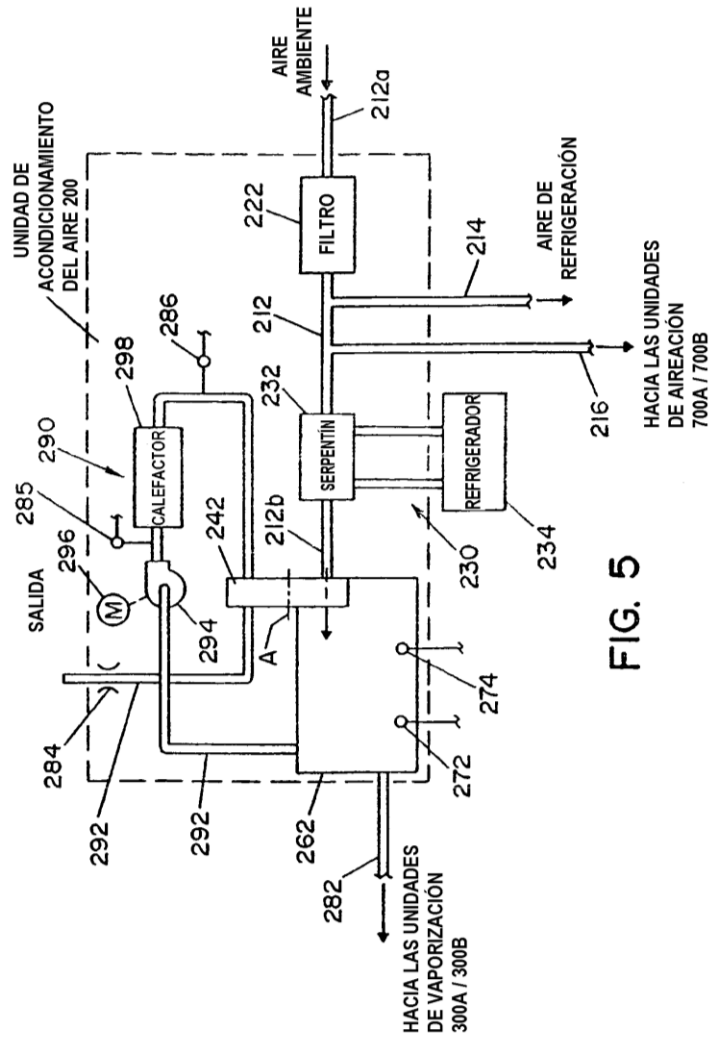


FIG. 5

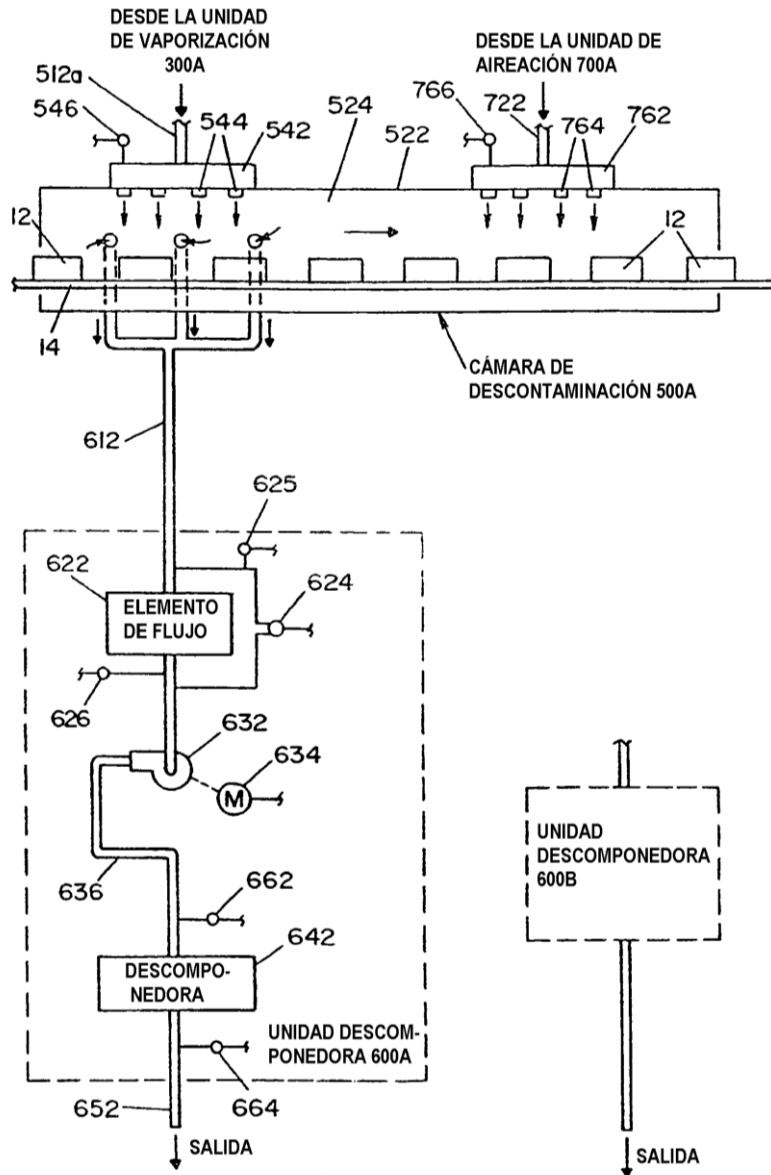
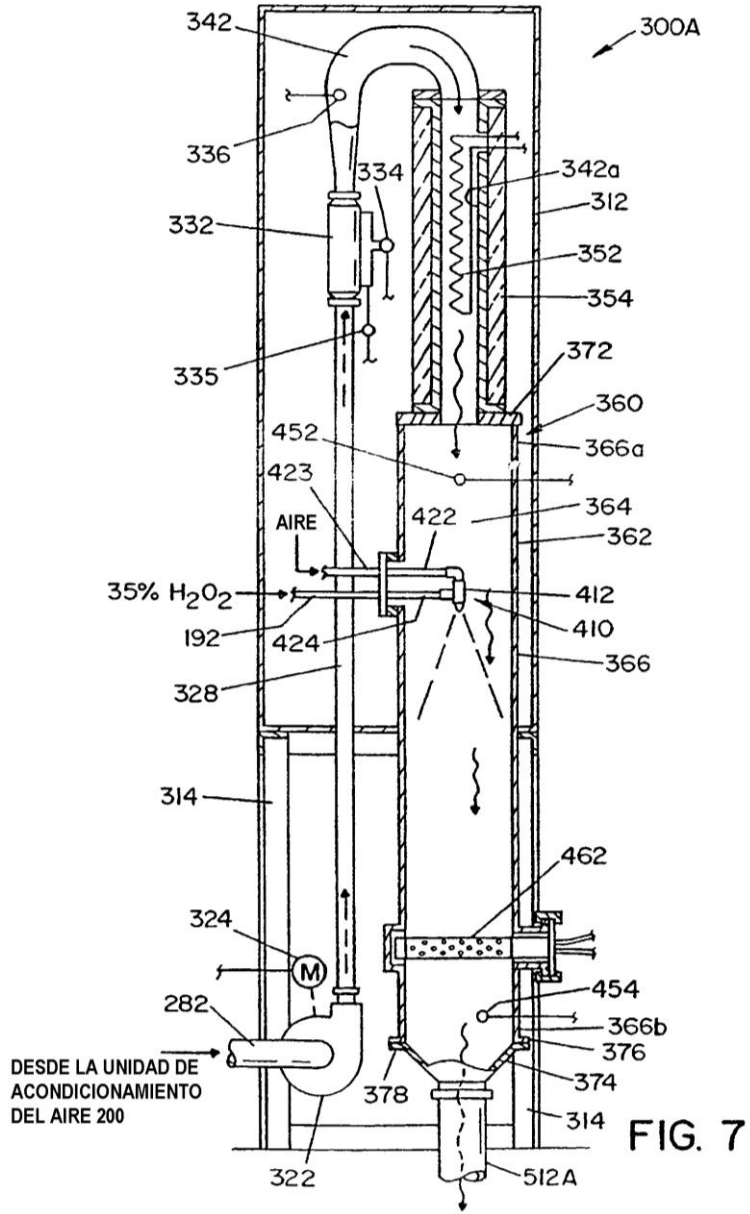


FIG. 6



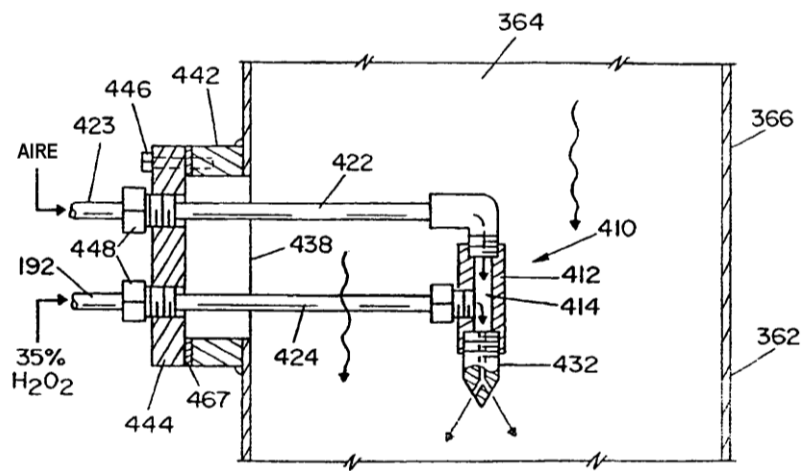


FIG. 8

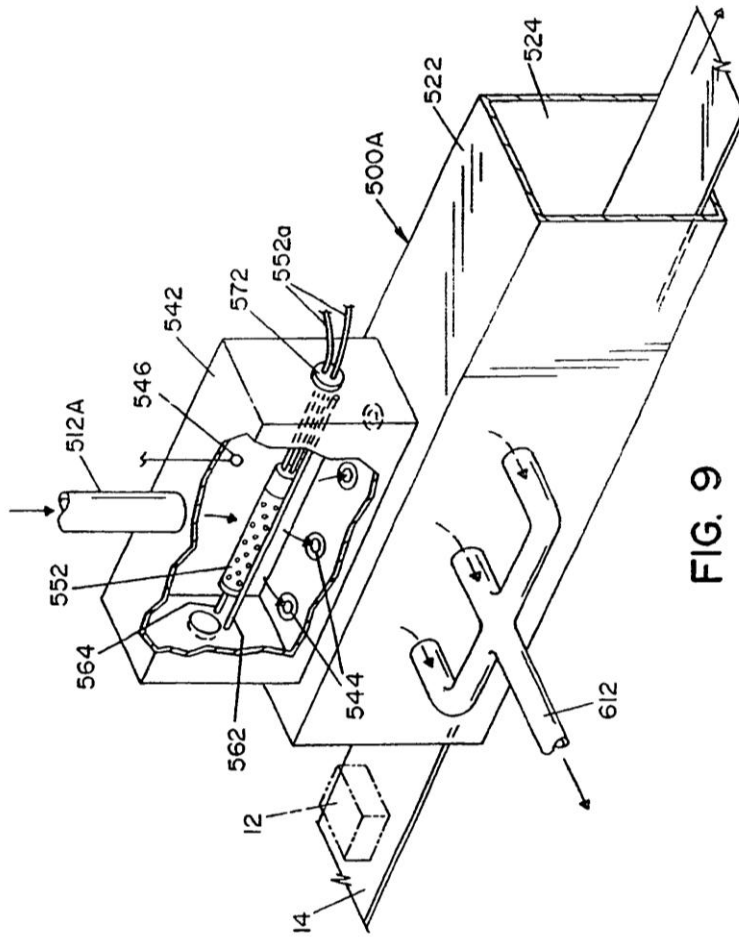


FIG. 9

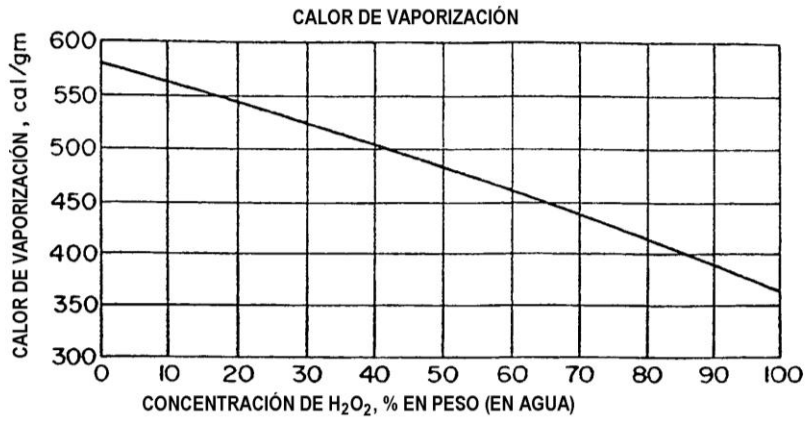


FIG. 10

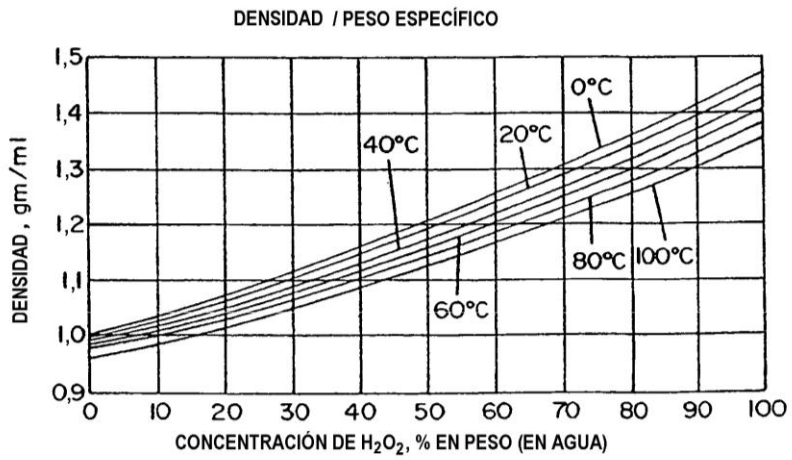


FIG. II

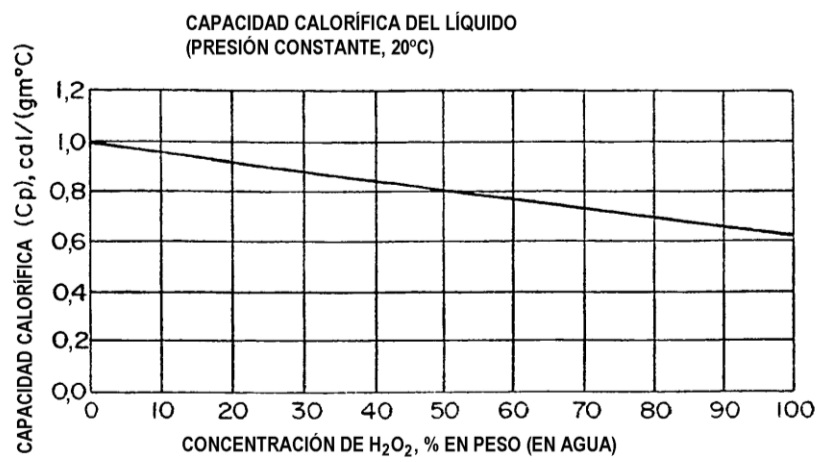


FIG. 12