



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 401**

51 Int. Cl.:
G01N 21/27 (2006.01)
G01N 21/33 (2006.01)
A61L 2/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01924058 .9**
96 Fecha de presentación : **20.04.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1305599**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.05.2003**

54 Título: **Un método y un aparato para producir un medio gaseoso.**

30 Prioridad: **31.05.2000 SE 2000102040**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.10.2010

73 Titular/es: **Tetra Laval Holdings & Finance S.A.**
avenue General-Guisan 70
1009 Pully, CH

72 Inventor/es: **Hallstadius, Hans**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 346 401 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).

ES 2 346 401 T3

DESCRIPCIÓN

Un método y un aparato para producir un medio gaseoso.

5 **Campo de la técnica**

El presente invento se refiere a un método para producir un medio gaseoso que contiene un agente esterilizador, así como para vigilar y regular la concentración y la calidad del medio de esterilización gaseoso.

10 El presente invento se refiere, también, a un sistema para producir un medio gaseoso que contiene un agente esterilizador, así como para vigilar y regular continuamente la concentración y la calidad del medio de esterilización gaseoso.

15 El presente invento se refiere, en particular, a la puesta en práctica del método y el sistema, en aplicaciones para esterilizar máquinas de llenado y envasado, envases o material de envasado empleando un medio de esterilización gaseoso.

Antecedentes de la técnica

20 En los procesos para envasar productos alimenticios, es crucial mantener bajo el nivel de bacterias y otros microorganismos con el fin de poder obtener productos alimenticios de gran calidad y con una larga vida en almacén, que permitan su transporte y su distribución a grandes distancias al tiempo que los productos alimenticios sigan manteniendo su frescura y no se vean afectados por bacterias. Dependiendo del tipo de producto alimenticio que ha de envasarse, la fase de esterilización es más o menos crítica. En particular, con respecto a los productos lácteos asépticos, es decir, productos lácteos que puedan almacenarse durante períodos prolongados a temperatura ambiente, lo más vital es que el producto alimenticio, al igual que el envase, sean completamente esterilizados antes del llenado y el cierre del envase y que se elimine el riesgo de que el alimento y el material de envasado vuelvan a contaminarse. Ello implica que la máquina de llenado y de envasado debe mantenerse estéril en la parte en que tiene lugar el llenado de los recipientes de envasado.

30 En los actuales procesos de envasado de alimentos (en este documento dentro del término “alimento” deben considerarse incluidos todos los tipos de alimentos sólidos y líquidos, es decir, también zumos, leche y otras bebidas), el material de envasado o el envase preparado para llenarlo se esteriliza, con frecuencia por contacto directo con un agente de esterilización fluido, líquido o gaseoso. Los procesos de envasado son, con frecuencia, procesos continuos que se ejecutan a alta velocidad del tipo “formar-llenar-cerrar”, es decir, procesos en los que un material de envasado en forma de banda o en forma de láminas, es alimentado de manera continua a través de una máquina, se le esteriliza haciéndolo pasar a través de una solución líquida de un medio gaseoso o un agente de esterilización de acción rápida, se le seca o ventila con aire estéril, se le conforma dándole la configuración geométrica deseada para llenarlo, por ejemplo, una taza, un tubo o una pieza elemental, se le llena con el alimento que ha de envasarse y se le cierra, todo ello en condiciones estériles. También puede ser necesario que las botellas y las tazas fabricadas por diversos métodos de conformación sean esterilizadas de la misma forma antes de llenarlas con el contenido del producto proyectado. La etapa de contacto directo puede ponerse en práctica sumergiendo todo el envase o el material de envasado en el agente líquido de esterilización, así como pulverizando o aplicando como recubrimiento el agente de esterilización sobre el material de envasado, la pared del envase o sobre las superficies en un espacio estéril en una máquina de llenado y envasado o, alternativamente, por medio de contacto directo con una corriente de agente de esterilización gaseoso. Como la etapa de esterilización, en un proceso de envasado a alta velocidad, tiene lugar, normalmente, antes del llenado y el cierre del envase, es vital que la sustancia o el agente de esterilización pueda secarse rápidamente y ser eliminado del material de envasado antes del llenado con el producto alimenticio. Por otro lado, tiene una importancia decisiva que en el gas o en la solución se contenga agente de esterilización en cantidad suficiente para poder exterminar eficaz y rápidamente todos los microorganismos existentes en el material de envasado. Por ello, los parámetros que es vital tener en cuenta para conseguir una esterilización racional y suficiente, son la concentración del agente de esterilización en el medio líquido o gaseoso, la temperatura del medio de esterilización, así como la temperatura del material de envasado, y el tiempo de contacto entre el medio de esterilización y el material de envasado. Estos parámetros deben equilibrarse en función del tiempo necesario para eliminar por secado o ventilación el medio de esterilización del material de envasado y en función de la velocidad deseada del proceso de llenado y envasado contemplado en conjunto. El agente de esterilización que más comúnmente se utiliza en el envasado de alimentos es el peróxido de hidrógeno, ya que es relativamente económico, extermina rápidamente las bacterias y microorganismos y su empleo ha sido aprobado por las autoridades en la industria alimenticia por lo que satisface las actuales necesidades de la industria del envasado.

60 Una ventaja vital de la esterilización empleando un medio gaseoso en lugar de un medio líquido, es que el gas es más ligero y penetra de manera más fiable en los rincones y en las hendiduras del recipiente de envasado o de la máquina de llenado, respectivamente. Esto tiene una importancia particular en la esterilización de máquinas de llenado y envasado que, con frecuencia, incluye muchas partes en combinación con una geometría complicada.

65 La esterilización utilizando un medio gaseoso puede llevarse a la práctica de diferentes formas. Es muy común conducir un medio gaseoso de un vapor del agente de esterilización al espacio que ha de esterilizarse y, luego, dejar que se condense el gas sobre el envase o las partes de la máquina destinadas a la esterilización. Sin embargo, el método de condensación implica una etapa adicional en la que tanto la máquina como las partes del envase deben

ES 2 346 401 T3

secarse y el vapor condensado debe eliminarse por ventilación. En particular, en relación con ciertos tipos de plásticos, especialmente, por ejemplo, el poli(tereftalato de etileno) (PET), el peróxido de hidrógeno es adsorbido en la superficie y resulta difícil eliminarlo por ventilación o por secado. Esto aumenta el riesgo de que queden cantidades residuales de agente de esterilización, con frecuencia peróxido de hidrógeno, en el recipiente de envasado. Tales residuos de agente de esterilización pueden afectar negativamente al contenido del envase y las autoridades han fijado unos límites para tales cantidades residuales, que no deben ser superados. Asimismo, en los espacios de la máquina tales como en las pequeñas cavidades y hendiduras, puede que la existencia de cantidades residuales de agente de esterilización resulte inadecuada, por ejemplo porque éste puede ser salpicado tanto sobre el contenido como sobre los recipientes de envasado.

De acuerdo con un método alternativo, el medio gaseoso es calentado, al igual que el envase o las partes de la máquina previstas para esterilización, hasta el punto de que el medio sea mantenido en fase gaseosa sin condensarse, respectivamente, sobre las superficies de la máquina ni sobre las partes del envase. Si bien este método supone que las superficies de esterilización deben calentarse antes de que llegue a ellas el medio de esterilización gaseoso, esto puede ser preferible, en muchas aplicaciones, a la esterilización por condensación, en particular si es difícil retirar el condensado de las superficies en cavidades y hendiduras de los recipientes de envasado o de la máquina de llenado, respectivamente. De acuerdo con este proceso, el recipiente de envasado o la máquina de llenado son sometidos, durante un tiempo dado del tratamiento de esterilización, a la acción de un medio de esterilización gaseoso, a una temperatura específica, con un cierto caudal predeterminado y un punto de rocío específico. Estos parámetros deben vigilarse con el fin de lograr un efecto bactericida fiable y eficaz. El punto de rocío del medio gaseoso es la temperatura a la cual debe enfriarse el gas para que tenga lugar la condensación. Esta temperatura depende del contenido de agente de esterilización en el gas y puede adaptarse para emplearla en distintos ambientes para la esterilización de distintas superficies. Así, el medio gaseoso y las superficies a esterilizar, respectivamente, deben mantenerse a una temperatura mínima de manera que no se alcance el punto de rocío del gas y, por tanto, sea posible evitar su condensación sobre las superficies.

De acuerdo con este último método sin condensación, es particularmente importante que el gas tenga una buena calidad, es decir, que la evaporación sea total y que, en la medida de lo posible, esté libre de gotitas de líquido y de aerosoles. Cuando están presentes dichas gotitas y aerosoles, aumenta el riesgo de que el gas se condense parcialmente al incidir sobre las superficies a esterilizar y deje residuos de, por ejemplo, peróxido de hidrógeno y estabilizadores sobre las superficies, aguas abajo del flujo del medio gaseoso. Además, en muchos casos, hacen que sea imposible conseguir una medición precisa de la concentración del agente de esterilización en el gas.

En consecuencia, sobre el proceso de evaporación y su vigilancia se imponen estrictos requisitos. Con el fin de conseguir una evaporación completa han de interrelacionarse una pluralidad de parámetros diferentes, al mismo tiempo que la concentración del agente de esterilización gaseoso debe mantenerse constante entre un nivel mínimo y un nivel máximo dados. Los parámetros que interaccionan en el proceso de evaporación son, por ejemplo, la presión, la temperatura, el caudal y la relación de la mezcla, es decir, la concentración, entre el agente de esterilización y el gas, normalmente peróxido de hidrógeno y aire y vapor de agua.

Que sepamos, en la actualidad no existe ningún sistema reconocido para conseguir, en un proceso fiable, un gas de esterilización completamente evaporado de alta calidad y concentración uniforme. Los evaporadores conocidos actualmente disponibles en el mercado funcionan, todos, más o menos satisfactoriamente pero ninguno de ellos puede garantizar una producción continua de gas de esterilización, de preferencia que contenga peróxido de hidrógeno, con una concentración uniforme y sustancialmente libre de aerosoles.

Hasta ahora, la concentración de agente de esterilización, en particular peróxido de hidrógeno, en medio acuoso, sólo se ha estimado en forma aproximada mezclando el agente de esterilización con agua y, después, sólo se mide esporádicamente con ayuda de métodos de laboratorio anticuados. La consecuencia es que el agente de esterilización se introduce en el proceso más o menos siguiendo la regla del pulgar y sólo se estima si se encuentra en el intervalo de concentración deseado en forma aproximada. Con el medio de esterilización gaseoso es más crítico que la concentración se vigile y se regule cuidadosamente, ya que la concentración es, con frecuencia, relativamente baja, del orden de magnitud de, aproximadamente, 5-20 g/m³, y el tiempo de permanencia se optimiza de manera que el gas se mantenga en la zona de esterilización un tiempo tan corto como sea posible. Si la concentración desciende ligeramente, el riesgo de que la esterilización no sea suficiente aumenta de forma considerable.

Así, un objeto del presente invento es conseguir un método de producir un medio de esterilización gaseoso que evite o reduzca los problemas antes señalados.

Otro objeto del presente invento es conseguir un método de producir un medio de esterilización gaseoso que permita su vigilancia y regulación, de forma que el medio gaseoso tenga continuamente una concentración predeterminada, uniforme, y una cantidad mínima de gotitas de líquido y de aerosoles.

Esquema del invento

Estos y otros objetos se consiguen, de acuerdo con el presente invento por medio del método como se describe en la reivindicación 1 adjunta.

ES 2 346 401 T3

Realizaciones preferidas y ventajosas del método de acuerdo con el presente invento han recibido, además, las características particulares establecidas en las adjuntas reivindicaciones 2 a 6 subordinadas.

5 De acuerdo con otro aspecto del presente invento, se proporcionarán un sistema y un aparato, como se define en la adjunta reivindicación 7, para poner en práctica el método de acuerdo con el presente invento.

Realizaciones preferidas y ventajosas del sistema de acuerdo con el presente invento han recibido, además, las características particulares que se establecen en las adjuntas reivindicaciones 8 a 10 subordinadas.

10 Así, un método de acuerdo con el presente invento comprende los pasos de evaporar un medio en forma líquida que contenga el antes mencionado agente de esterilización, detectar aerosoles y gotitas de líquido en el medio gaseoso, medir continuamente la concentración del agente en el medio gaseoso y tratar continuamente las señales de medición procedentes de los detectores e instrumentos de medición a que antes se ha hecho referencia ejecutando cálculos y convirtiéndolas en señales de salida para vigilar y regular de manera continua el funcionamiento del evaporador.

15 Para la evaporación, se emplea un evaporador de tipo usual. Un tipo común de evaporador funciona de tal modo que el agente de esterilización en forma líquida es pulverizado en la cámara de evaporación junto con una corriente de aire caliente que extiende y divide finamente las gotitas de líquido. La evaporación tiene lugar porque se hace pasar la mezcla pulverizado-gas por elementos calentadores que calientan la mezcla de gas y evaporan sustancialmente todo su contenido líquido. Otros tipos funcionan pulverizando las gotitas de líquido directamente contra superficies metálicas calientes de modo que las gotitas se evaporen y, luego, se mezclan con una corriente de aire caliente regulada. El evaporador puede tener cualquier diseño y cualquier construcción conocidos ya se consiga la evaporación mediante intercambio de calor con placas o tubos, se realice la mezcla con aire caliente por medio de diferentes diseños de boquillas, etc.

20 Los aerosoles pueden detectarse por medio de, por ejemplo, espectrofotometría por absorción de luz o métodos de dispersión de luz. También puede concebirse, con este propósito, el empleo de detectores no ópticos que actúen por medio de métodos acústicos, por ejemplo, basados en ultrasonidos. De preferencia, se emplea la absorción de luz para detectar los aerosoles y las gotitas de líquido en el gas.

25 La concentración de un agente en un gas puede determinarse de forma más o menos precisa utilizando diferentes métodos, ópticos o no ópticos. Entre los métodos no ópticos podrían mencionarse los métodos de medición conductiva o los métodos de medición electroquímica. De acuerdo con el invento, la concentración del medio de esterilización gaseoso se mide por medio de espectrofotometría por absorción de luz, ya que este método ofrece el requerido alto nivel de precisión y, además, puede combinarse automáticamente con la detección de aerosoles y otra materia perturbadora, compensándose la acción de los mismos sobre los resultados de la medición.

30 Las señales de medición procedentes del detector de aerosoles y del medidor de concentración, se introducen en una unidad calculadora en la que se llevan a cabo el cálculo y la conversión para obtener las señales de salida que controlan cómo han de regularse los diversos parámetros del evaporador. La unidad calculadora comprende, adecuadamente, un microprocesador o una denominada unidad de CPU.

35 De acuerdo con una realización preferida del presente invento, el método incluye también un paso en el que dicho gas que no debe alcanzar las superficies de esterilización, puede ser retirado durante un breve período, mientras se regula el funcionamiento del evaporador de modo que el gas tenga la concentración correcta se evapore de nuevo por completo, es decir, quede libre de aerosoles y de gotitas de líquido. Tal paso se lleva a cabo, adecuadamente, con ayuda de una válvula de purga y un conducto de purga que lleva a una vasija para contener gas "descargado", que pueden conectarse cuando los valores de la concentración se desvíen excesivamente del valor normal o cuando se detecten aerosoles en el gas evaporado.

40 De acuerdo con otra realización preferida del presente invento, también se incluye un paso en el que las gotitas de líquido y los aerosoles se retiran de forma continua del medio gaseoso. Esto puede llevarse a la práctica adecuadamente utilizando un filtro caliente de algún tipo que pueda romper y dividir finamente las pequeñas partículas de líquido el mismo tiempo que se las calienta de modo que se evaporen por completo.

45 De acuerdo con todavía otra realización preferida del presente invento, los aerosoles se detectan en el mismo paso y con el mismo aparato con que se mide la concentración del agente esterilizador. Un aparato de esta clase es, de preferencia, un aparato medidor que se basa en la espectrofotometría por absorción de ultravioleta (UV), de acuerdo con lo que sigue.

50 La espectrofotometría por absorción de luz y, en particular, la espectrofotometría por absorción de UV es sumamente adecuada para llevar a cabo el análisis cuantitativo de un agente o una sustancia que absorba la luz en un medio de muestra, ya que la absorción de luz de una sustancia depende directamente de su concentración, es decir, la concentración de la sustancia está en proporción inversa con la altura de los picos trazados a partir de la señal de salida de un detector de la intensidad de la luz. Además, los métodos de absorción de luz son relativamente fáciles de poner en práctica, rápidos, fiables, reproducibles y precisos.

ES 2 346 401 T3

Todas las sustancias en solución o en fase gaseosa absorben la radiación de diferentes longitudes de onda características dentro del espectro electromagnético. En particular, la mayoría de las sustancias absorben la luz UV en la región UV del espectro.

5 Normalmente, se entiende que la luz UV va desde aproximadamente 10 a aproximadamente 400 nm, mientras que la luz visible va desde aproximadamente 400 hasta aproximadamente 750 nm. La región del UV se divide en los espectros UVA, UVB y UVC. El UVA se extiende desde aproximadamente 320 a aproximadamente 400 nm, el UVB va desde aproximadamente 280 hasta aproximadamente 320 nm y el UVC desde aproximadamente 200 hasta aproximadamente 280 nm. Los análisis químicos con UV se llevan a cabo, normalmente, a longitudes de onda inferiores a 160 nm. Sin embargo, a longitudes más cortas de 220 nm, es necesario realizar el análisis en condiciones libres de oxígeno, es decir, en ausencia de aire o de agua, ya que, de otro modo, la absorción del oxígeno falsearía el resultado de la medición y, también porque el oxígeno se disocia y forma ozono al ser sometido a irradiación (lo cual, también, falsearía las mediciones).

15 De acuerdo con los métodos tradicionales de análisis por absorción de luz, en particular de luz UV, el agente o la sustancia que ha de medirse se disuelve o se evapora en un medio que tenga una absorción mucho menor a la misma longitud de onda característica que el propio agente o sustancia. Se detecta la intensidad de la luz que se deja pasar a través del medio de muestra que contiene el agente a medir, al igual que la luz que se deja pasar a través de una muestra de referencia del medio que no contenga el agente que se está examinando, a la misma longitud de onda característica. 20 Las dos señales de salida que representan la intensidad de la luz se emplean para calcular la concentración del agente de acuerdo con la ley de Beer-Lambert:

$$\text{Log } I_0/I = A \quad (= \text{Absorbencia}) = \epsilon LC, \text{ es decir,}$$
$$25 \quad I/I_0 = 10^{-\epsilon LC}$$

Donde I e I_0 son las intensidades de la luz que se deja pasar a través de la muestra y de la muestra de referencia, respectivamente, ϵ es el coeficiente de absorción del agente o sustancia específico a una longitud de onda específica en un medio específico a una temperatura predeterminada, L es la longitud de la distancia de medición a través de la muestra que ha de medirse y C es la concentración de la sustancia en la muestra. Dado que la longitud de la distancia de medición, es decir, la longitud de la célula de medición si se emplea, es una constante cuantificable, y dado que los coeficientes de absorción, ϵ , para diferentes sustancias y medios son bien conocidos y están documentados a diferentes longitudes de onda, pueden medirse continuamente las intensidades I e I_0 de la luz y, por tanto, también puede medirse continuamente la concentración del agente o sustancia en el medio. La ley de Beer-Lambert es aplicable a toda la luz monocromática, es decir, luz con una longitud de onda específica que tenga un estrecho ancho de banda espectral.

La calibración puede llevarse a la práctica, por ejemplo, midiendo la luz emitida y dejada pasar a través de una muestra de referencia. Normalmente, tal medición de referencia puede realizarse en la misma vasija o célula de medición que contiene el medio de muestra, lavando por descarga regularmente la célula de medición con el medio gaseoso o en forma líquida que no contiene el agente o sustancia a medir o, alternativamente, midiendo la muestra de referencia en otra célula de medición idéntica. Sin embargo, el medir a través de dos células de medición diferentes tiene la desventaja de que puede ser difícil tener la certeza de que ambas mediciones se llevan a cabo exactamente en las mismas condiciones.

Sin embargo, en todos los tipos de medios de esterilización gaseosos, pueden formarse pequeñas gotitas de líquido o aerosoles que falsearían también el resultado de la medición.

50 La solicitud de patente japonesa JP-A-01244341 describe un método y un instrumento para medir la concentración de ozono en un medio fluido midiendo la absorción a dos longitudes de onda, cuando el medio fluido también contiene sustancias perturbadoras que absorben la luz tales como cloro, dióxido de azufre u óxido de nitrógeno. De acuerdo con una realización, la primera longitud de onda es de 254 nm, a la que absorben luz tanto el ozono como las otras sustancias, mientras que la segunda longitud de onda es de 184,9 nm, a la cual solamente absorben luz las otras sustancias. Sin embargo, las mediciones a una longitud de onda de 184,9 nm limitan el tipo de medio de muestra de tal modo que no puede contener ni aire ni agua ni humedad, ya que a una longitud de onda tan corta, el oxígeno reacciona formando ozono bajo la acción de la radiación UV. Esto, inevitablemente, falseará las mediciones si la sustancia que ha de medirse absorbe luz en la misma región de longitudes de onda que el ozono.

60 De acuerdo con una segunda realización, la primera longitud de onda es de 254 nm, mientras que la segunda longitud de onda es de 436 o de 546 nm, o se emplean ambas longitudes de onda para medición como una segunda y una tercera longitudes de onda.

El método de la doble longitud de onda, es decir, el método de medir la absorción de la luz a dos longitudes de onda diferentes sigue sin garantizar que se logra la deseada precisión para ciertas aplicaciones de medición. La fuente de luz que proporciona la luz que ha de transmitirse a través del medio de muestra no transmite la misma cantidad de luz a distintos puntos en un instante. Normalmente, la intensidad de la luz disminuye con la edad de la fuente de luz pero, además, la intensidad cambia con las variaciones del sistema eléctrico y de la fuente de alimentación de

ES 2 346 401 T3

corriente. El documento JP-A-01244341 describe que también es posible, de acuerdo con métodos conocidos, medir la intensidad de la luz que se emite directamente desde la lámpara antes de transmitirla a través de la muestra cuando se realiza la medición a sólo una longitud de onda, con el propósito de compensar las variaciones de radiación de la lámpara.

5

Sin embargo, en el documento JP-A-01244341, se supone que se eliminan las variaciones de intensidad de la luz emitida desde la lámpara midiendo a diferentes longitudes de onda, ya que la desviación de la intensidad sería, probablemente, la misma en ambas longitudes de onda.

10

Sin embargo, esto no es cierto y solamente puede suponerse para ciertos fines cuando no se requiere una alta precisión y cuando se seleccionan las dos longitudes de onda en una banda estrecha del espectro, es decir, que se encuentren relativamente cerca una de otra. Hemos encontrado que, con el propósito de determinar exactamente la concentración de agente o de sustancia en un medio, es necesario compensar las variaciones de la lámpara, tanto para la primera longitud de onda como para la segunda. Para nuestro propósito, es deseable determinar concentraciones con una precisión tan elevada como de $\pm 3\%$, de preferencia del 2% .

15

Si bien es generalmente conocido medir la concentración de diferentes sustancias en un medio en forma líquida o gaseoso utilizando espectrofotometría por absorción, hasta ahora no se sabía medir la concentración de un agente de esterilización en un medio de esterilización en conexión con procesos para esterilizar material de envasado para envasar alimentos, utilizando métodos de absorción de luz. Hoy en día no se dispone en el comercio de métodos ni de instrumentos para medir la concentración de sustancias tales como, por ejemplo, peróxido de hidrógeno, con precisión suficiente empleando espectrofotometría por absorción de luz en el tipo de medio de esterilización que se emplea en la esterilización de materiales de envasado.

20

25

Además, no ha podido disponerse de ningún sistema para producir un medio de esterilización gaseoso que sea vigilado y regulado continuamente de manera que el gas mantenga una concentración predeterminada y esté, en esencia, totalmente libre de aerosoles y de gotitas de líquido.

30

La patente norteamericana núm. 5.872.359 describe un método para la producción de un medio gaseoso que contenga un agente de esterilización y para vigilar y regular la concentración y la calidad del medio de esterilización.

35

La patente norteamericana núm. 4.296.068 se refiere a la esterilización en el envasado de alimentos y hace mención de la importancia que tiene el evitar las grandes gotas de líquido para evitar la condensación de la "niebla" de esterilización en el conjunto de esterilización.

40

Seleccionando la primera longitud de onda del espectro UV y la segunda longitud de onda del espectro visible, es posible compensar la absorción perturbadora de la materia perturbadora tal como, por ejemplo, partículas de polvo o gotitas de condensación, aerosoles, de la manera más eficaz posible. Las sustancias que han de medirse son, con frecuencia, sustancias que absorben la radiación UV de banda ancha tales como, por ejemplo, peróxido de hidrógeno, que, sin embargo, absorben sustancialmente menos luz o no absorben luz en absoluto, en el espectro visible. Por otro lado, el tipo antes mencionado de materia perturbadora absorbe sustancialmente la misma cantidad de luz en la región del UV y en el espectro visible.

45

La primera o las primeras longitudes de onda se seleccionan de entre aproximadamente 220 nm y aproximadamente 320 nm, ya que esta región se encuentra suficientemente alejada del espectro visible y dado que el tipo de sustancias que absorben la energía de banda ancha que con frecuencia se emplea, tienen su absorción máxima dentro de esta región de longitud de onda. Midiendo a longitudes de onda en las que el agente o sustancia tiene una absorción adecuada o suficientemente intensa, puede conseguirse un mayor grado de precisión. También es de gran importancia a qué longitudes de onda emite luz la fuente luminosa con una intensidad suficientemente alta. La fuente de luz más preferida de las disponibles actualmente en el mercado es la lámpara de vapor de mercurio de baja presión, que genera una potente emisión de luz a 254 nm, más exactamente a 253,7 nm. En consecuencia, la primera longitud de onda más preferida se selecciona a, aproximadamente, 254 nm. Otra irradiación luminosa más moderada tiene lugar a unos 313 nm, lo que también puede ser preferido para ciertas aplicaciones.

50

55

La segunda o las segundas longitudes de onda deben medirse a longitudes de onda de, aproximadamente, 385 nm y mayores, más preferiblemente entre longitudes de onda comprendidas entre unos 400 nm y unos 700 nm y, del modo más preferible, desde aproximadamente 436 nm y/o aproximadamente 546 nm.

60

La calibración se lleva a cabo tomando una medición a través de una muestra de referencia que contiene el mismo medio fluido que la muestra de medición, pero nada del agente o sustancia que ha de medirse o una cantidad sustancialmente menor del mismo.

65

Midiendo la intensidad de la luz permeada a través de muestras así como de muestras de referencia, tanto a la primera como a la segunda longitudes de onda y empleando el valor obtenido en la relación de Beer-Lambert, puede determinarse la absorbencia de la luz de la muestra a cada longitud de onda.

ES 2 346 401 T3

Como se ha explicado en lo que antecede, la medición de calibración puede tener lugar en otra célula de medición idéntica que contenga sólo la muestra de referencia o, alternativamente, en la misma célula de referencia, pero en otro momento. Este último método ha de ser el preferido ya que ofrece una mayor fiabilidad contra las diferencias en los flujos de muestra y contra las diferencias entre dos ventanas de célula de medición diferentes.

5 El método funciona particularmente bien para las sustancias que absorben la radiación UV de banda ancha pero que no absorben luz en el espectro visible o que absorben considerablemente menos luz. Del modo más adecuado, la concentración de peróxido de hidrógeno puede medirse mediante el método de acuerdo con el presente invento ya que estas sustancias tienen tales propiedades de absorción de la radiación UV de banda ancha. El peróxido de hidrógeno es, también, el agente de esterilización más generalmente empleado en las industrias alimentaria y de envasado.

10 En la industria del envasado de alimentos, lo más frecuente es envolver el agente de esterilización en un medio fluido, en forma líquida o gaseoso, que contenga agua, humedad y/o aire. De preferencia, el medio es una mezcla de aire y un vapor gaseoso del agente de esterilización. Se prefieren el aire y el vapor de agua porque son medios inocuos, tanto desde el punto de vista ambiental como desde el punto de vista de la higiene de los alimentos.

15 Para realizar mediciones de absorbencia de luz de peróxido de hidrógeno gaseoso, la primera longitud de onda se selecciona, de la manera más ventajosa, a partir de unos 254 nm. La longitud de la distancia de medición es, preferiblemente, de desde unos 10 a unos 250 mm, dependiendo de la concentración del medio de muestra, en la medición de absorbencia del peróxido de hidrógeno gaseoso.

20 Como se ha mencionado en lo que antecede, la fuente de luz es, ventajosamente, del tipo que emite luz a longitudes de onda comprendidas entre unos 220 nm y unos 320 nm, tanto como luz con otra longitud de onda o una segunda región de longitudes de onda de unos 385 nm y mayores. Más preferiblemente, una fuente de luz para tales longitudes de onda es una lámpara de mercurio de baja presión.

25 De acuerdo con el presente invento, se proporciona un aparato para la determinación de una concentración, que incluye una fuente de luz, una distancia de medición (L), un dispositivo de medición en forma de detectores que generan señales de salida de detectores y una unidad calculadora para calcular, con gran precisión, la concentración real aplicando la relación de Beer-Lambert a las señales de salida. La medición de calibración se lleva a cabo con ayuda de detectores que detectan la luz que ha sido transmitida a través de una muestra de referencia, que contiene el mismo medio que la muestra de medición pero sustancialmente menos agente o sustancia del que ha de medirse, estando destinados los detectores a medir la intensidad de la luz a la primera y a la segunda longitudes de onda, respectivamente. Midiendo la intensidad de la luz que se ha transmitido a través de la muestra así como a través de la muestra de referencia, tanto a la primera como a la segunda longitudes de onda y empleando los valores obtenidos en la relación de Beer-Lambert, puede determinarse la absorbencia de la luz en la muestra a cada una de las longitudes de onda primera y segunda.

30 Al determinar la concentración del peróxido de hidrógeno en un medio gaseoso, la longitud de la distancia de medición es, preferiblemente, de unos 10 a unos 250 mm y los detectores primero y tercero están destinados a medir la intensidad de la luz a unos 254 nm.

35 El método y el sistema para producir el medio gaseoso y vigilar su concentración y la calidad del gas, de acuerdo con el presente invento, son particularmente adecuados para uso en la esterilización de máquinas de llenado y envasado y de materiales de envasado en la industria del envasado de alimentos, ya que ofrecen una medición de la concentración con un alto grado de precisión a pesar de la presencia de materia perturbadora que absorbe la luz en el medio de esterilización y de tal modo que hacen que la esterilización sea más fiable y que sea menor el riesgo de que existan residuos del agente de esterilización en los envases esterilizados (debido al sobrante de agente de esterilización), al tiempo que proporcionan un empleo más eficaz del agente de esterilización y, simultáneamente, garantizan que sobre las superficies a esterilizar no se condensa medio de esterilización.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

40 Otras ventajas y características particulares preferidas del método y del aparato de acuerdo con el presente invento, resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción con referencia, en particular, a los dibujos adjuntos.

45 Aún cuando el presente invento se describirá en lo que sigue haciendo referencia, específicamente, a un método y a un sistema, debe observarse, no obstante, que el presente invento, en el alcance más amplio de su protección, no está restringido exclusivamente a esta aplicación práctica sino que se ha seleccionado como ejemplo entre muchos otros aparatos concebibles para poner en práctica el método de acuerdo con el presente invento como se define en las reivindicaciones anejas.

En los dibujos adjuntos:

50 la fig. 1 ilustra esquemáticamente un sistema de acuerdo con dos realizaciones alternativas del presente invento para producir un medio gaseoso que contenga un agente de esterilización tal como, por ejemplo, peróxido de hidrógeno; y

ES 2 346 401 T3

las figs. 2 y 3 ilustran esquemáticamente, cada una, un aparato para vigilar la concentración de una sustancia que absorbe la luz, estando el aparato incluido en el sistema para producir medio de esterilización gaseoso.

Haciendo referencia a los dibujos, la fig. 1 muestra así un sistema 100a que comprende un dispositivo 111 de evaporación. Una corriente de solución 101 de esterilización líquida es pulverizada en el evaporador junto con una corriente de aire caliente 102. El vapor que se genera en el evaporador es conducido luego por un conducto calentado para gas con el fin de impedir que se condense el gas y es hecho pasar a un detector 112 de aerosol para verificar la calidad del gas. Después de ello, el gas es conducido además a un medidor de concentración 113 para medir continuamente la concentración del medio de esterilización gaseoso. De acuerdo con una realización preferida, un filtro 114 de aerosol puede estar conectado en el sistema, si es necesario, directamente después del dispositivo evaporador o, alternativamente puede estar conectado siempre de forma permanente con el fin de garantizar un gas sustancialmente libre de aerosoles. De acuerdo con otra realización preferida, el sistema tiene una válvula de purga y un conducto de purga 115 para el gas que se ha encontrado que contiene aerosoles, situados detrás del detector 112 de aerosoles, de modo que el gas de mala calidad pueda ser retirado del sistema sin hacerlo pasar al medidor de concentración ni a las superficies a esterilizar ni al espacio 116 de esterilización. Las señales de salida procedentes del detector de aerosoles y del medidor 113 de concentración, respectivamente, son transmitidas a una unidad calculadora 117 que, por un lado, calcula la concentración del medio de esterilización gaseoso y que, por otro lado, compara los valores de la concentración del gas, el posible contenido de aerosoles, así como la temperatura, la presión y el caudal del gas con los valores normales predeterminados que debe mantener el gas para hacer posible que se consiga una esterilización satisfactoria. Se transmiten entonces una o más señales reguladoras desde la unidad calculadora y reguladora de vuelta al dispositivo evaporador, para corrección de los parámetros que controlan su funcionamiento, es decir, caudales, relaciones de mezcla, temperatura y presión. Principalmente, la concentración del gas se regula ajustando los flujos del agente de esterilización en forma líquida y del aire caliente al evaporador. Dado que, en la práctica, el peróxido de hidrógeno desaparece y se disocia por el camino del conducto hasta el medidor de concentración y el espacio de esterilización, la concentración real es, siempre, inferior a la teórica. Comparando ahora el valor real procedente del medidor de concentración con el valor normal, puede llevarse cabo una regulación automática y continua de los flujos hacia el dispositivo evaporador y, por tanto, puede conseguirse el valor normal incluso en el medidor y en el espacio de esterilización.

La fig. 1b muestra un sistema 100b más preferido de acuerdo con el presente invento.

El medio de esterilización gaseoso es producido en un dispositivo evaporador 111. Una corriente de solución de esterilización 101 en forma líquida es pulverizada en el evaporador junto con una corriente 102 de aire caliente. El vapor que se produce en el evaporador es conducido luego a través de un conducto calentado para gas con el fin de impedir que el gas se condense, hasta un aparato combinado para la detección de aerosoles y para la medición continua de la concentración 112b del medio de esterilización gaseoso. De acuerdo con una realización preferida, un filtro 114 de aerosoles puede estar conectado al sistema directamente después del dispositivo evaporador, si es necesario o, alternativamente, puede estar conectado siempre de manera permanente con el fin de garantizar un gas sustancialmente libre de aerosoles. De acuerdo con otra realización preferida, el sistema tiene una válvula de purga y un conducto de purga 115 para gas en el que se ha encontrado que contiene aerosoles, situados tras el detector de aerosoles y el medidor de concentración 112b de manera que el gas de mala calidad pueda ser retirado del sistema sin pasar a las superficies a esterilizar ni al espacio de esterilización 116. Las señales de salida procedentes del detector de aerosoles y medidor de concentración 112b son transmitidas a una unidad calculadora 117 que, por un lado, calcula la concentración del medio de esterilización gaseoso y, por otro lado, compara los valores de la concentración del gas, el posible contenido de aerosoles, así como la temperatura, la presión y el caudal del gas con los valores normales predeterminados que debe mantener el gas para hacer posible que tenga lugar una esterilización satisfactoria. Entonces, se transmiten una o más señales reguladoras desde la unidad calculadora y reguladora, de vuelta al dispositivo evaporador 111, para corrección de los parámetros que controlan su funcionamiento, es decir, caudales, relaciones de mezcla, temperatura y presión. Así, el sistema 100b combina el detector de aerosoles y el medidor de concentración en el mismo aparato y los mismos pasos del método.

Las figs. 2 y 3 muestran, respectivamente, una variante del diseño y la construcción del medidor de concentración que está comprendida en el sistema de acuerdo con el invento y que, asimismo, funciona como detector de aerosoles.

La concentración de sustancias que tienen bandas de absorción anchas en el espectro UV pero con una absorción de luz a longitudes de onda mayores de 385 nm próxima a cero, puede medirse y regularse utilizando el método y el sistema de acuerdo con el presente invento. Una sustancia típica de ellas es el peróxido de hidrógeno.

Con el propósito de proporcionar luz a longitudes de onda adecuadas, están previstas una o más fuentes de luz (11).

La fuente de luz de acuerdo con el presente invento es tal que proporcione luz a longitudes de onda que van desde las longitudes de onda de UV más cortas, desde UVB y UVC, es decir, desde aproximadamente 220 hasta aproximadamente 320 nm, así como luz en la región visible de las longitudes de onda mayores de 385 nm, aproximadamente. Ejemplos de tales fuentes de luz son las lámparas del tipo de descarga en gas que ofrecen una luz de amplio espectro, por ejemplo una lámpara de xenón o, alternativamente, lámparas de mercurio de alta o de baja presión. Sin embargo, de acuerdo con la realización preferida del invento, también pueden emplearse aparatos de láser de UV. Es posible, por ejemplo, proporcionar luz UV con una o más longitudes de onda predeterminadas mediante uno o más diodos

ES 2 346 401 T3

láser. Con el fin de proporcionar luz en el espectro visible, debe preverse, entonces, una fuente de luz adicional para luz visible.

Para luz en otras longitudes de onda pueden emplearse otras fuentes de luz bien conocidas.

La fuente de luz más preferida es una lámpara de mercurio de baja presión del tipo comercialmente disponible en la actualidad, ya que puede proporcionar una línea espectral que parte de la región del UV a una longitud de onda predeterminada con un ancho de banda mínimo y una gran intensidad, así como luz en el espectro visible. La longitud de onda UV pertinente es de unos 254 nm o, más precisamente, 253,7 nm y otra línea espectral distintiva ha de encontrarse a unos 313 nm. Del haz de la fuente de luz UV puede eliminarse por filtrado, asimismo, luz con otras longitudes de onda. Si se desea, como puede ser el caso, por ejemplo, en relación con una lámpara de mercurio de baja presión, la luz emitida desde la lámpara puede centrarse a lo largo del trayecto del haz de luz mediante una lente colimadora (1). Puede proporcionarse luz UV y luz visible mediante al menos dos fuentes diferentes (11, 11') o mediante sólo una misma fuente de luz (11).

La célula de medición o el espacio de vigilancia (12) que contiene la muestra en forma líquida o gaseosa que ha de medirse tiene ventanas (12') de vidrio de cuarzo o de un material transparente con un buen comportamiento óptico similar. El medio de muestra que ha de medirse se mide, de preferencia, mientras circula a través de una célula de medición. Para sustancias sobre las que puede influir la radiación UV, tales como el peróxido de hidrógeno, es deseable medir la concentración en un medio de muestra en circulación.

En una máquina de llenado y envasado que emplee medio de esterilización gaseoso, el aparato de medición puede estar construido, ventajosamente, en torno a un conducto para transferir la corriente de gas a la zona de esterilización. Las paredes del conducto están provistas, entonces, de ventanas (12') hechas, por ejemplo, de vidrio de cuarzo, con el fin de dejar que pase a su través la luz procedente de la fuente de luz, situada fuera de la pared del conducto, entrando en la corriente de gas y saliendo luego por una ventana (12') de la pared opuesta del conducto, para incidir sobre cada detector de luz respectivo. Entonces probablemente ya no sea necesaria una célula de medición separada, situada fuera del conducto normal, y en un bucle separado para proporcionar el medio de muestra a la célula de medición. Realizando la medición directa en la corriente de medio de muestra, resulta posible conseguir una construcción más sencilla del aparato para instalación en una máquina de llenado. En lugar de medir a través de una célula de medición, la absorción de luz puede medirse, gracias a tales medios, a través de un espacio de medición. La distancia entre las dos ventanas de vidrio de cuarzo constituye la longitud (L) de la distancia de medición. En particular, en casos que impliquen el uso de un medio gaseoso caliente, un bucle de medición separado provoca problemas en forma de gotitas de condensación sobre las ventanas del espacio de medición. En un aparato de esterilización, el espacio de medición puede consistir, incluso, en la propia cámara de esterilización. Las ventanas de cuarzo o similar pueden estar situadas, entonces, en las paredes opuestas de la cámara.

El medio de muestra (40), es decir, el medio de esterilización, o un medio de referencia que no contenga agente de esterilización (40') o que lo contenga en una cantidad sustancialmente menor, circula por la célula de medición a una velocidad tal que la luz no pueda actuar sobre el agente de esterilización.

El medio puede ser cualquier medio en forma líquida o gaseoso, siempre que no perturbe las mediciones de absorción de luz de acuerdo con el invento. Normalmente, los medios de esterilización se basan en agua o aire estéril o vapor caliente que contenga aire. Sin embargo, pueden concebirse otras alternativas tales como, por ejemplo, un gas inerte puro tal como nitrógeno, o una solución esterilizante que no sea peligrosa para el producto envasado y que no pueda actuar como riesgo para la seguridad en el entorno del proceso de envasado. Las longitudes onda primera y segunda deben seleccionarse, de preferencia, de forma que el agente o la sustancia que ha de medirse absorba una cantidad de luz suficiente a las dos longitudes de onda. El propio medio debe absorber, preferiblemente, considerablemente menos luz, o ninguna, a las mismas longitudes de onda que el agente que ha de medirse.

La longitud (L) de la célula de medición o la distancia de medición a través del medio de muestra, es decir, la distancia en que se transmite la luz a través del medio de muestra, puede seleccionarse de acuerdo con el intervalo de medición deseado, es decir, el intervalo de la concentración en que ha de realizarse la medición, el medio específico y la longitud de onda de medición específica.

La distancia de medición (L) tiene un primer extremo en el que está situada la fuente de luz y un segundo extremo, en el lado opuesto del espacio de medición respecto a la fuente de luz, en el que está situado un dispositivo para detectar la luz que ha sido transmitida a través del medio de muestra.

En consecuencia, con objeto de detectar y medir la luz que se ha transmitido a través del medio de muestra, detectores primero y segundo (14, 19) están situados en los lados opuestos de la célula de medición en el segundo extremo de la distancia de medición. El primer detector (14) está destinado, de preferencia, a detectar luz UV a, por lo menos, una primera longitud de onda predeterminada. Para ello, es adecuado cualquier detector estándar, destinado preferiblemente a medir longitudes de onda de 220-320 nm, por ejemplo, un diodo fotosensible a la radiación UV.

Con el fin de limitar la luz que se transmite a través de la muestra a las longitudes de onda de medición predeterminadas, seleccionadas, y, merced a tales medios impedir que luz perturbadora de otras longitudes de onda difusas entre en el detector, puede ser ventajoso disponer un filtro óptico (13) delante del primer detector (14) a lo largo del trayecto

ES 2 346 401 T3

del haz de luz. Tales filtros ópticos para la luz UV puede ser, ventajosamente, del tipo de filtro de paso de banda. En el caso en que la fuente de luz radie luz de, solamente, una longitud de onda distinta o en una región distinta de longitudes de onda, tal como un diodo láser, puede prescindirse del filtro óptico. También puede que no sea necesario el filtro óptico si el detector tiene el rango de sensibilidad espectral requerido.

El segundo detector (19) está destinado, de preferencia, a detectar luz a una segunda longitud de onda o región de longitudes de onda predeterminada del espectro visible, es decir, longitud o longitudes de onda mayores de, aproximadamente, 385 nm, más preferiblemente dentro del intervalo de desde, aproximadamente, 400 nm hasta, aproximadamente, 700 nm. El segundo detector (19) es, adecuadamente, un fotodiodo y tiene un filtro óptico (18) del tipo de filtro “desconectar” o “conectar” con vistas a eliminar por filtrado toda la luz UV y permitir que sólo pase la luz visible. En particular, cuando se utiliza una lámpara de mercurio de baja presión, se prefiere un segundo detector destinado a medir luz de 436 nm y/o 546 nm, ya que produce líneas espectrales bien definidas a estas longitudes de onda.

La luz que se transmitió desde la fuente de luz puede ser transmitida, así, a través del medio de muestra mediante un único haz de luz que contenga luz de varias longitudes de onda diferentes, tanto del espectro UV como del espectro visible (véase la fig. 2), como ocurre, por ejemplo, en el caso de una lámpara de mercurio. La luz con distintas longitudes de onda puede ser proporcionada, también, por dos o más fuentes de luz y, luego, reunirse en un único haz de luz común con ayuda de dispositivos ópticos conocidos (espejos, reflectores). Alternativamente (véase la fig. 3), puede transmitirse luz mediante dos haces de luz separados, uno para medir a la primera longitud de onda UV predeterminada por medio del primer detector, y otra para medir a la segunda longitud de onda o segunda región de longitudes de onda de luz visible, predeterminada, con ayuda de un segundo detector. En el último caso, puede surgir una inseguridad por cuanto el haz de luz atraviesa diferentes partes del medio de muestra o, incluso, diferentes células de medición, y porque la cantidad de materia perturbadora puede ser diferente (polvo, aerosoles, gotitas, partículas, etc.). Así, de acuerdo con el presente invento, se prefiere el primer caso, es decir, con la o las fuentes de luz que proporcionen un único haz de luz. Para detectar luz de dos longitudes de onda separadas, el haz de luz principal puede dividirse en dos haces de luz una vez que la luz ha atravesado el medio de muestra. Esto se consigue, de preferencia, por medio de un divisor de haz (16) situado en el segundo extremo de la distancia de medición, a lo largo de la trayectoria del haz de luz antes de los detectores (14, 19) y, cuando sea aplicable, de los filtros ópticos (13, 18). Un divisor de haz de esta clase puede ser un espejo o un denominado cubo divisor de haz u otro tipo de ventana óptica diseñada para permitir el paso de parte de la luz y reflejar la otra parte de ella.

El divisor de haz (16) divide así el haz de luz en dos haces de luz (20, 21) separados que, de este modo, proporcionan luz a los detectores primero y segundo, respectivamente. El primer haz de luz (20) que proporciona luz al primer detector (14) pasa, de preferencia, a través de un primer filtro óptico (13) antes de llegar al detector, con vistas a limitar la luz que entra en el detector a la o las longitudes de onda primeras, predeterminadas. Correspondientemente, el segundo haz de luz (21) pasa, preferiblemente, a través de un segundo filtro óptico (18) con vistas a limitar la luz que entra en el segundo detector (19) a la o las longitudes de onda segundas, predeterminadas.

Consiguientemente, dirigiendo un haz de luz desde la fuente de luz a través de una muestra con el medio líquido (40) a lo largo de una distancia de medición de magnitud (L), que contiene el agente que ha de medirse, así como la materia perturbadora, es posible detectar la intensidad de la luz transmitida (20) a través del medio de muestra (40) a la primera longitud de onda y, también, dirigir luz desde la fuente de luz a través de la muestra de referencia (40'), que no contiene nada o que contiene sustancialmente menos del agente que ha de medirse, a lo largo de una distancia de medición de igual magnitud (L) y, luego, detectar la intensidad de la luz que se ha dejado pasar a través de (20') a la primera longitud de onda a través de la muestra de referencia (40'), se generan primeras señales de salida (15, 15') de detector para indicar la diferencia de intensidad de la luz dejada pasar a través de la muestra y de la muestra de referencia, respectivamente. Aplicando la relación de Beer-Lambert a los valores relativos de las señales de salida, puede determinarse normalmente la concentración del agente absorbente de la luz. De acuerdo con el presente invento, la concentración real del agente se determina por corrección, empleando las correspondientes segundas señales de salida (22, 22') de detector de las mismas mediciones a la segunda longitud de onda, con el fin de eliminar la influencia de impurezas en la muestra (40).

Las señales analógicas (15, 22) de salida de detector son transmitidas a una unidad convertidora para conversión en señales digitales y, luego, son hechas pasar, además, a una unidad calculadora (36) para el cálculo y la evaluación de la concentración de acuerdo con la relación de Beer-Lambert. Cuando sea aplicable, las señales de salida pueden ser tratadas para ulterior conversión en señales de entrada para un sistema automático regulador de la concentración, destinado a controlar la dosificación del agente en el medio en forma líquida o gaseosa. Con el fin de poder aplicar la relación de Beer-Lambert, tienen que medirse la intensidad de la luz transmitida a través del medio de muestra, así como a través de la muestra de referencia, es decir, la muestra que está libre, o sustancialmente libre, del agente que ha de medirse. Como se ha mencionado previamente, esto puede ponerse en práctica, de preferencia, cambiando el contenido de muestra a muestra de referencia en una misma célula de medición una y otra vez. Alternativamente, la muestra de referencia puede medirse en una célula de medición solamente con el medio en forma líquida o gaseosa (libre del agente de muestra). Se prefiere el primer caso ya que ofrece la máxima fiabilidad y la mayor precisión.

ES 2 346 401 T3

Los cálculos en la unidad calculadora se llevan a cabo, preferiblemente, como sigue:

1) Tradicionalmente, la concentración se determina con ayuda de la relación de Beer-Lambert, es decir,

$$C = 1/\epsilon L \cdot \log(I_{uv(0)}/I_{uv})$$

Donde $I_{uv(0)}$ es la intensidad de la luz UV dejada pasar a través de la muestra de referencia, es decir, solamente el medio U(40') a la primera longitud de onda predeterminada de la luz UV (la primera señal de salida 15' de detector), y I_{uv} es la intensidad de la luz dejada pasar a través del medio de muestra, es decir, el medio que contiene el agente que ha de medirse así como la materia perturbadora (40) a la primera longitud de onda UV predeterminada (la primera señal de salida 15 de detector).

2) Sin embargo, de acuerdo con el presente invento, la intensidad de la luz permeada también varía debido a materia perturbadora existente en el medio en forma líquida o gaseoso, tal como polvo, aerosoles y otras partículas más o menos sólidas. En consecuencia, la relación $I_{uv(0)}/I_{uv}$ debe corregirse mediante la relación ($I_{vis(0)}/I_{vis}$), en la que $I_{vis(0)}$ es la intensidad de la luz dejada pasar a través de la muestra de referencia, es decir, sólo el medio (40') a la segunda longitud de onda de luz visible predeterminada (segunda señal de salida 22' de detector) e I_{vis} es la intensidad de la luz dejada pasar a través del medio de muestra, es decir, el medio que contiene el agente que ha de medirse, así como cualquier posible materia perturbadora (40) a la segunda longitud de onda de luz visible predeterminada (la segunda señal de salida (22 de detector)).

En consecuencia, es de aplicación lo siguiente:

$$C = 1/\epsilon L \cdot \log(I_{uv(0)}/I_{uv}) (I_{vis}/I_{vis(0)})$$

es decir,

$$C = 1/\epsilon L \cdot \log(I_{vis}/I_{uv}) - 1/\epsilon L \cdot \log(I_{vis(0)}/I_{uv(0)})$$

Cuyo segundo término se determina por calibración y medición a través de la muestra de referencia y, luego, puede almacenarse en la unidad calculadora en forma de valor constante. Se mide así de manera continua la relación (I_{vis}/I_{uv}).

3) De acuerdo con el presente invento, se mide, también, la intensidad de la luz transmitida desde la lámpara pero que no se transmite a través del medio de muestra y se la hace pasar como señales de salida de detector a la unidad de tratamiento de datos. La intención, en este caso, es compensar el hecho de que la intensidad de la luz transmitida desde la lámpara pueda variar con el tiempo debido al envejecimiento de la lámpara o debido a variaciones de la fuente de alimentación de corriente a la lámpara. Tales mediciones pueden probar ser necesarias dependiendo de la calidad de la lámpara pero, también, del uso y del propósito de la medición y de la exigencia de la precisión deseada en la concentración medida. Esto ha probado ser lo más deseable con el fin de medir la concentración en la esterilización de material de envasado, envases o equipo destinado al envasado de alimentos.

4) La relación ($I_{uv(0)}/I_{uv}$) debe, por ello, ajustarse con la relación $I_{uvref(0)}/I_{uvref}$, en donde $I_{uvref(0)}$ es la intensidad de la luz UV transmitida desde la fuente de luz a la primera longitud de onda UV predeterminada en el instante en que se mide la muestra de referencia (tercera señal de salida 29' de detector) e I_{uvref} es la intensidad de la luz transmitida desde la fuente de luz a la primera longitud de onda UV predeterminada en el instante en que se mide el medio de muestra (tercera señal de salida 29 de detector).

Para ciertos fines, puede suponerse que la intensidad de la luz transmitida desde la fuente de luz varía con el tiempo como mucho a diferentes longitudes de onda. Sin embargo, para la mayoría de las fuentes de luz, tal suposición no es cierta y da lugar a una precisión más pobre en los cálculos de la concentración. En el caso con una lámpara de mercurio de baja presión y con exigencias de gran precisión, tal como de $\pm 3\%$, preferiblemente $\pm 2\%$, en las mediciones de la concentración, no se recomienda dicha suposición. Una vez más, ello depende, naturalmente, de las circunstancias y de las intenciones de las mediciones. En particular, los cambios en el entorno que circunda al aparato de medición, tales como cambios de temperatura, también tienen distintos efectos a diferentes longitudes de onda sobre el funcionamiento de la lámpara y sobre la intensidad de la luz. La relación entre las intensidades de la luz a diferentes longitudes de onda varía con los cambios de la temperatura ambiente. Las fluctuaciones de temperatura son comunes en los entornos de las máquinas de llenado y envasado.

5) En consecuencia, para conseguir una precisión mejorada en las mediciones, debe medirse la intensidad de la luz transmitida desde la fuente de luz, tanto a la primera como a la segunda longitudes de onda predeterminadas. Por ello, la relación ($I_{uv(0)}/I_{uv}$) debe ajustarse adicionalmente con la relación ($I_{visref(0)}/I_{visref}$), en donde $I_{visref(0)}$ es la intensidad de la luz transmitida desde la fuente de luz a la segunda longitud de onda predeterminada (la cuarta señal de salida 35' de

ES 2 346 401 T3

detector) en el instante en que se mide la muestra de referencia e I_{visref} es la intensidad de la luz transmitida desde la fuente de luz a la segunda longitud de onda predeterminada en el instante en que se mide el medio de muestra (cuarta señal de salida 35 de detector).

5 6) Consiguientemente, la concentración puede calcularse como:

$$C = 1/\epsilon L * \log \left(\left(I_{uv(0)} / I_{uv} \right) \left(I_{vis} / I_{vis(0)} \right) \right) \left(I_{uvref} / I_{uvref(0)} \right) \\ \left(I_{visref(0)} / I_{visref} \right)$$

10 es decir,

$$15 C = 1/\epsilon L * \log \left(\left(I_{uvref} / I_{uv} \right) \left(I_{vis} / I_{visref} \right) - \right. \\ \left. 1/\epsilon L * \log \left(I_{uvref(0)} / I_{uv(0)} \right) \right) \left(I_{vis(0)} / I_{visref(0)} \right)$$

20 donde el segundo término se determina por calibración y medición a través de la muestra de referencia y, luego, puede almacenarse en la unidad calculadora como un valor constante. Por ello, solamente es necesario medir continuamente I_{uvref} , I_{uv} , I_{vis} e I_{visref} .

25 La precisión de las mediciones de concentración de acuerdo con esta realización preferida es de $\pm 3\%$, de preferencia de $\pm 2\%$, que resulta ser deseable en los procesos para la esterilización de material de envasado.

30 Deben realizarse cálculos para compensación y corrección de las variaciones de la presión y de la temperatura ambientes.

35 En consecuencia, con referencia a la Fig. 2, el aparato puede incluir, además, un segundo divisor de haz (23) y un tercer dispositivo detector (24) que incluye un tercer filtro óptico (25) y un tercer detector (26), dividiendo el divisor de haz (23) la luz procedente de la fuente de luz en un primer haz de luz (27) y un tercer haz de luz (28) y estando situado entre la fuente de luz (11) y el primer extremo de la distancia de medición (L), siendo dirigido el haz de luz principal (27) a través del medio de muestra a lo largo de la distancia de medición, estando diseñado el tercer dispositivo detector (24) para medir luz UV con la antes mencionada primera longitud de onda y estando situado a lo largo del tercer haz de luz (28) y proporcionando dichos medios una señal de salida de referencia (29) (correspondiente a $I_{uvref(0)}$ e I_{uvref} , respectivamente) con el fin de compensar las fluctuaciones de intensidad de la luz que es dejada pasar a través desde la fuente de luz a la primera longitud de onda antes mencionada. El tercer filtro óptico y el detector son, de preferencia, idénticos al primer filtro óptico (13) y al detector (14). El aparato incluye, además, un tercer divisor de haz (30) y un cuarto dispositivo detector (31) que incluye un cuarto filtro óptico (32) y un cuarto detector (33), eliminando por división el tercer divisor de haz un cuarto haz de luz (34) procedente del tercer haz de luz (28) y situado entre el segundo divisor de haz (23) y el tercero y el cuarto dispositivos detectores, estando diseñado el cuarto dispositivo detector (31) para medir la luz de la segunda longitud de onda y estando situado a lo largo del cuarto haz de luz (34) y proporcionando dichos medios una señal de salida de referencia (35) (correspondiente a $I_{visref(0)}$ e I_{visref} , respectivamente) con el fin de compensar las fluctuaciones de intensidad de la luz dejada pasar a través desde la fuente de luz a la segunda longitud de onda.

50 El cuarto filtro óptico y el detector son, preferiblemente, idénticos al segundo filtro óptico (18) y el detector (19). Se obtendrán así señales de salida de detector tercera y cuarta (29; 35) que representan la intensidad de la luz emitida desde la lámpara en un cierto instante.

55 En un aparato alternativo, dos haces de luz son dirigidos a través de dos espacios de medición (12) discretos pero idénticos, de acuerdo con la fig. 3, que emplea los mismos números de referencia para sucesos correspondientes.

60 En la fig. 3, la fuente de luz (11) o, cuando sea aplicable, las fuentes de luz (11, 11') producen dos haces de luz principales (20, 21), cada uno de los cuales ha de ser transmitido a través de una célula de medición (12) o a través de espacios de medición diferentes (12), conteniendo ambos el medio de muestra y teniendo ambos una distancia de medición (L) de igual longitud. En el segundo extremo de la distancia de medición de la primera célula de medición, en el haz de luz (20), está situado un primer detector (14) para detectar la intensidad de la luz dejada pasar a través con la primera longitud de onda. Normalmente, la luz pasa primero por un primer filtro óptico (13) con el fin de limitar la luz que ha de ser detectada a sólo luz con la primera longitud de onda. Correspondientemente, en el segundo extremo de la distancia de medición de la segunda célula de medición, está situado un segundo detector (19), en el haz de luz (21), para detectar la intensidad de la luz dejada pasar a través con la segunda longitud de onda. Normalmente, la luz pasa primero por un segundo filtro óptico (18) con el fin de limitar la luz que ha de ser detectada a sólo luz de la segunda longitud de onda.

ES 2 346 401 T3

De acuerdo con la realización preferida del invento, el aparato puede incluir, además, un primer divisor de haz (23) y un tercer dispositivo detector (24) que incluye un tercer filtro óptico (25) y un tercer detector (26), dividiendo el divisor de haz (23) la luz procedente de la fuente de luz en un haz de luz principal (20) y un tercer haz de luz (28) y estando situado entre la fuente de luz (11) y el primer extremo de la distancia de medición (L), siendo dirigido el haz de luz principal (20) a través del medio de muestra a lo largo de la distancia de medición, estando diseñado el tercer dispositivo detector (24) para medir luz UV a la antes mencionada primera longitud de onda y estando situado en el tercer haz de luz (28) y proporcionando, merced a tales medios, una señal de salida de referencia (29) con el fin de compensar las fluctuaciones de intensidad de la luz dejada pasar a través desde la fuente de luz a la antes mencionada primera longitud de onda. El tercer filtro óptico y el detector son, de preferencia, idénticos al primer filtro óptico (13) y el detector (14). El aparato puede incluir entonces, además, un segundo divisor de haz (30) y un cuarto dispositivo detector (31), que incluye un cuarto filtro óptico (32) y un cuarto detector (33), separando por división el segundo divisor de haz (30) un cuarto haz de luz (34) del segundo haz de luz (21) y estando situado entre la fuente de luz (11) y la segunda célula de medición, estando diseñado el cuarto dispositivo detector (31) para medir luz a la segunda longitud de onda y estando situado en el trayecto del cuarto haz de luz (34) y proporcionando, merced a tales medios, una señal de salida de referencia (35) con el fin de compensar las fluctuaciones de intensidad de la luz dejada pasar a través desde la fuente de luz a la segunda longitud de onda. El cuarto filtro óptico y el detector son, de preferencia, idénticos al segundo filtro óptico (18) y al detector (19). Se obtendrán así señales de salida de detector tercera y cuarta (29; 35) que representan la intensidad de la luz emitida desde la lámpara en un cierto instante.

En ambos casos, como se ha explicado en lo que antecede, pueden llevarse a cabo mediciones de referencia en células de medición adicionales, separadas, a lo largo de haces de luz separados o, preferiblemente, en las mismas células de medición reemplazando temporalmente el medio de muestra (40) por el medio de referencia (40').

El rango de sensibilidad para la medición de la concentración puede hacerse variar cambiando la magnitud de la distancia de medición en la muestra, es decir, la longitud de la célula de medición o del espacio de medición (L). Una baja concentración requiere una mayor distancia de medición, y viceversa. Con el fin de medir peróxido de hidrógeno en fase gaseosa, se necesita una distancia de medición mayor, tal como de aproximadamente 10 a aproximadamente 250 mm, preferiblemente de 50-150 mm y, del modo más preferible, de 25-100 mm. El límite de detección en la medición de la concentración es de, aproximadamente, el 0,02% en peso o de 0,2 g/m³ expresado en un medio de fase gaseosa.

Cuando se mide linealmente la concentración en un medio en fase gaseosa, es decir, directamente en el flujo de gas o en la cámara de esterilización de una máquina, pueden utilizarse, ventajosamente, las distancias de medición (L) más largas.

Con el fin de medir peróxido de hidrógeno a concentraciones bajas, la longitud de onda de emisión de la lámpara de mercurio de 254 nm es muy adecuada, tan en fase aire/gas como en solución acuosa. Los detectores que tienen un buen funcionamiento para esta longitud de onda son fotodiodos destinados a realizar la detección a 254 nm.

Concentraciones de peróxido de hidrógeno en fase gaseosa o vapor de agua de hasta unos 170 mg/l, se miden preferiblemente a 254 nm, siendo la distancia de medición de desde, aproximadamente, 25 hasta, aproximadamente, 100 mm.

Así, el presente invento proporciona un sistema y un método óptimos para producir un medio de esterilización gaseoso con una fiabilidad y una precisión mejoradas. Además, se proporcionarán un sistema y un método automático y continuo para conseguir la regulación, automática y continua, del funcionamiento del dispositivo evaporador y, por tanto, de la concentración y la calidad del medio gaseoso.

Comparando la absorbencia de la luz a dos longitudes de onda diferentes, de preferencia una en la región del UV y seleccionada la otra, preferiblemente, en la región visible del espectro (con una lámpara de Hg adecuada a longitudes de onda mayores de 385 nm) pueden detectarse materias perturbadoras tales como partículas de polvo, suciedad y aerosoles y compensarse su efecto perturbador. Midiendo también la intensidad de la luz emitida desde la fuente de luz pero que todavía no ha sido hecha pasar a través de la muestra de medición, simultáneamente con la realización de mediciones de absorbencia de la luz dejada pasar a través de la muestra, a cada longitud de onda medida, puede determinarse la concentración real con una precisión mejorada.

El método y el sistema de acuerdo con el presente invento son aplicables, de preferencia, a la esterilización de materiales de envasado y a diferentes máquinas de llenado o envasado.

60

65

ES 2 346 401 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Un método para la producción de un medio gaseoso que contiene un agente de esterilización, cuyo agente de esterilización absorbe luz UV pero no absorbe, sustancialmente, luz en el intervalo de las longitudes de onda visibles, y para vigilar y regular continuamente la concentración y la calidad del medio de esterilización gaseoso, que comprende los pasos de

evaporar un medio en forma líquida (101) que contiene el mencionado agente de esterilización;

10 detectar aerosoles y gotitas de líquido en el medio gaseoso antes de que el medio llegue a un espacio de esterilización (116) o cuando llegue a él, por medio de un método seleccionado de entre métodos de absorción de luz, dispersión de luz y acústicos;

15 medir continuamente la concentración en el medio gaseoso de un agente o sustancia que absorbe la luz UV a una o más primeras longitudes de onda, de entre aproximadamente 220 y aproximadamente 320 nm, en presencia de materia que incluye gotitas de líquido y/o aerosoles, que absorbe luz dentro del espectro UV y en el espectro visible;

20 tratar continuamente las señales de medición procedentes de dichos medios detectores e instrumentos de medición ejecutando cálculos y convirtiéndolas en señales de salida para vigilar y regular continuamente el funcionamiento del evaporador

comprendiendo el paso de medir continuamente la concentración, las etapas adicionales de

25 a) proporcionar una fuente de luz (11) que emite luz, incluyendo luz tanto del espectro UV como del espectro visible e incluyendo dicha o dichas primeras longitudes de onda y, al menos, una segunda longitud de onda o una región de longitudes de onda de, aproximadamente, 385 nm o mayor.

30 b) dirigir luz procedente de la fuente de luz a través de una muestra del medio gaseoso (40) que contiene el agente o sustancia que ha de medirse, así como materia que incluye gotitas de líquido y/o aerosoles, a lo largo de una distancia de medición de longitud (L);

c) medir la intensidad de la luz (20) dejada pasar a través de la muestra (40) a dichas longitudes de onda primera y segunda, respectivamente;

35 d) dirigir luz desde la fuente de luz a través de una muestra de referencia de medio gaseoso (40') que contiene sustancialmente menos sustancia o agente que ha de medirse, a lo largo de una distancia de medición de longitud (L);

40 e) medir la intensidad de la luz (20') dejada pasar a través de la muestra de referencia (40') a dichas longitudes de onda primera y segunda, respectivamente;

45 f) producir así primeras señales de salida (15; 15') de detector con el fin de indicar la diferencia de intensidad de la luz entre muestra y muestra de referencia, respectivamente, a dicha primera o dichas primeras longitudes de onda y segundas señales de salida (22; 22') de detector para indicar, correspondientemente, la diferencia de intensidad de la luz a dicha o dichas segundas longitudes de onda;

g) determinar la concentración del agente o sustancia absorbente de radiación UV sobre la base de los valores relativos de las primeras señales de salida (15, 15'), utilizando la relación de Beer-Lambert;

50 h) corregir el valor de la concentración determinado en g) sobre la base de las segundas señales de salida (22; 22') de detector, por lo que se elimina el efecto de la materia, incluyendo gotitas de líquido y/o aerosoles, presente en la muestra (40),

en cuyo método

55 i) se detecta la intensidad de la luz procedente de la citada fuente de luz, que no ha sido hecha pasar a través del citado medio de muestra (40) o medio de muestra de referencia (40'), respectivamente, a dicha primera y a dicha segunda longitudes de onda, respectivamente, de forma simultánea con las mediciones en c) y en e); y

60 j) se corrigen, en dicha determinación de la concentración realizada en h), los fallos originados por variaciones de intensidad de la luz emitida desde la fuente de luz tomando las mediciones de i) como punto de partida.

65 2. El método como se reivindica en la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye el paso (115) en el que gas de mala calidad y con una concentración incorrecta puede ser retirado, durante períodos de tiempo ocasionales, por medio de una válvula de purga (115).

ES 2 346 401 T3

3. El método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** porque además incluye un paso (114) en el que aerosoles y gotitas de líquido se eliminan del medio gaseoso mediante un filtro caliente (114).

5 4. El método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque los aerosoles y las gotitas de líquido son detectados mediante espectrofotometría por absorción de luz al tiempo que, en un mismo paso, se mide continuamente la concentración del agente de esterilización.

10 5. El método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el agente de esterilización es peróxido de hidrógeno.

6. El método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio gaseoso (40) se basa en aire y/o vapor de agua.

15 7. Un sistema (100) para producir un medio gaseoso que contiene un agente de esterilización y vigilar y regular continuamente la concentración y la calidad del medio de esterilización, que comprende:

un aparato para evaporar (111) un medio (101) en forma líquida que contiene dicha agente de esterilización,

20 un espacio de esterilización (116) aguas arriba;

un dispositivo para detectar (112; 113) aerosoles y gotitas de líquido, presentes en el medio gaseoso que contiene un agente de esterilización, antes de o cuando el medio gaseoso alcance el espacio de esterilización (116), por medio de un método seleccionado de entre absorción de luz, dispersión de luz y métodos acústicos;

25 un dispositivo para medir continuamente la concentración (113) del agente de esterilización en el medio gaseoso; y

30 una unidad calculadora (117) para tratar señales de medición procedentes de los citados detectores e instrumentos de medición, ejecutar cálculos y convertirlas en señales de salida para la vigilancia y la regulación continua del funcionamiento del evaporador,

35 comprendiendo el dispositivo de medición (113) un aparato (10) para la determinación en continuo de la concentración de un agente o sustancia que absorbe luz UV a una o más primeras longitudes de onda de entre, aproximadamente, 220 y, aproximadamente, 320 nm, en un medio gaseoso (40) que incluye el agente de esterilización que ha de medirse, así como material que incluye aerosoles y/o gotitas, cuyo aparato incluye:

40 a) una fuente de luz (11) que emite luz que incluye luz en el espectro UV así como en el espectro visible, y que abarca dicha o dichas primeras longitudes de onda y, al menos, una segunda longitud de onda o una región de longitudes de onda de, aproximadamente, 385 nm o mayor;

b) una distancia de medición de longitud (L), que ha de intersectar al medio (40);

c) un dispositivo para dirigir la luz a través del medio (40) a lo largo de la distancia de medición;

45 d) al menos un primer detector (14) destinado a medir la intensidad de la luz UV dejada pasar a través a lo largo de la distancia de medición a la o las primeras longitudes de onda, generando el primer detector una primera señal de salida (15) de primer detector, que representa la intensidad de la luz dejada pasar a través de una muestra del medio gaseoso (40) que contiene el agente o sustancia que ha de medirse, así como materia que incluye aerosoles y/o gotitas de líquido a dicha o dichas primeras longitudes de onda, y una segunda señal de salida (15') de primer detector que
50 representa la intensidad de la luz dejada pasar a través de una muestra de referencia del medio gaseoso (40') que no contiene, o que contiene sustancialmente menos, agente o sustancia que ha de medirse a dicha o dichas primeras longitudes de onda;

55 e) al menos un segundo detector (19) destinado a medir la intensidad de la luz dejada pasar a través a lo largo de la distancia de medición a dicho o dichas segundas longitudes de onda, generando el segundo detector una primera señal de salida (22) de segundo detector que representa la intensidad de la luz dejada pasar a través de una muestra del medio (40) que contiene la sustancia o agente que ha de medirse, así como materia que incluye aerosoles y/o gotitas de líquido, a dicha o dichas segunda longitudes de onda, y una segunda señal de salida (22') de segundo detector que
60 representa la intensidad de la luz dejada pasar a través de una muestra de referencia del medio (40') que no contiene, o que contiene sustancialmente menos, agente o sustancia que ha de medirse a dicha o dichas segundas longitudes de onda, y

f) una unidad calculadora (36) para calcular la concentración determinada del agente absorbente de radiación UV sobre la base de los valores relativos de las señales de salida empleando la relación de Beer-Lambert;

65

ES 2 346 401 T3

incluyendo además dicho aparato (10) con el propósito de compensar las variaciones de intensidad de la luz emitida desde dicha fuente de luz:

5 g) al menos un tercer detector (26) diseñado para medir la intensidad de la luz UV antes de que sea transmitida a través de la muestra, a dicha o dichas primeras longitudes de onda, simultáneamente con las mediciones en el primer detector;

10 h) al menos un cuarto detector (33) diseñado para medir la intensidad de la luz antes de que sea transmitida a través de la muestra, a dicha o dichas segundas longitudes de onda, simultáneamente con las mediciones en el segundo detector; e

i) una unidad calculadora (36') para corregir, en dicha concentración determinada, los fallos provocados por variaciones de la intensidad de la luz emitida desde la fuente de luz.

15 8. El sistema como se reivindica en la reivindicación 7, **caracterizado** porque, además, incluye una válvula de purga (115) para retirar, en períodos de tiempo ocasionales, gas de mala calidad y con una concentración incorrecta.

20 9. El sistema como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado** porque incluye, además, un filtro caliente (114) para eliminar aerosoles y gotitas de líquido del medio gaseoso.

25 10. El sistema como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque dicho dispositivo para detectar en continuo la presencia de aerosoles y gotitas de líquido mediante espectrofotometría por absorción de luz, está incluido en dicho dispositivo (112b) para la medición en continuo de la concentración del agente de esterilización en el medio gaseoso.

30

35

40

45

50

55

60

65

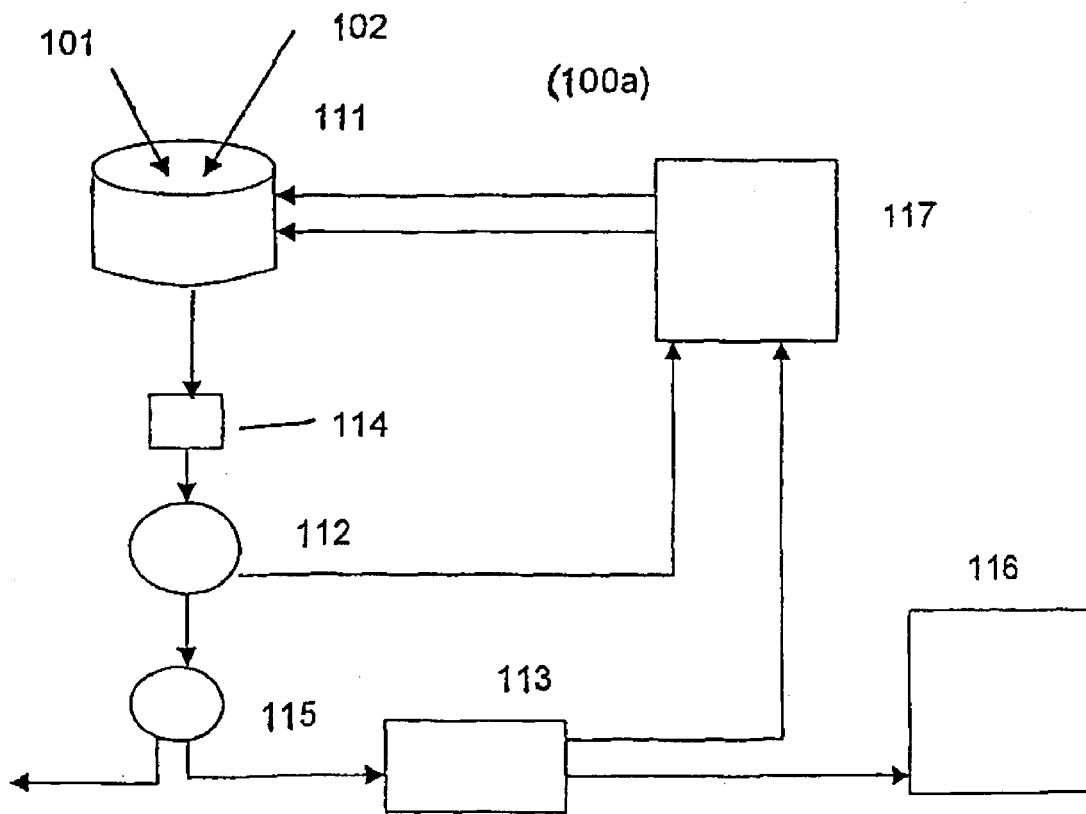


Figura 1a

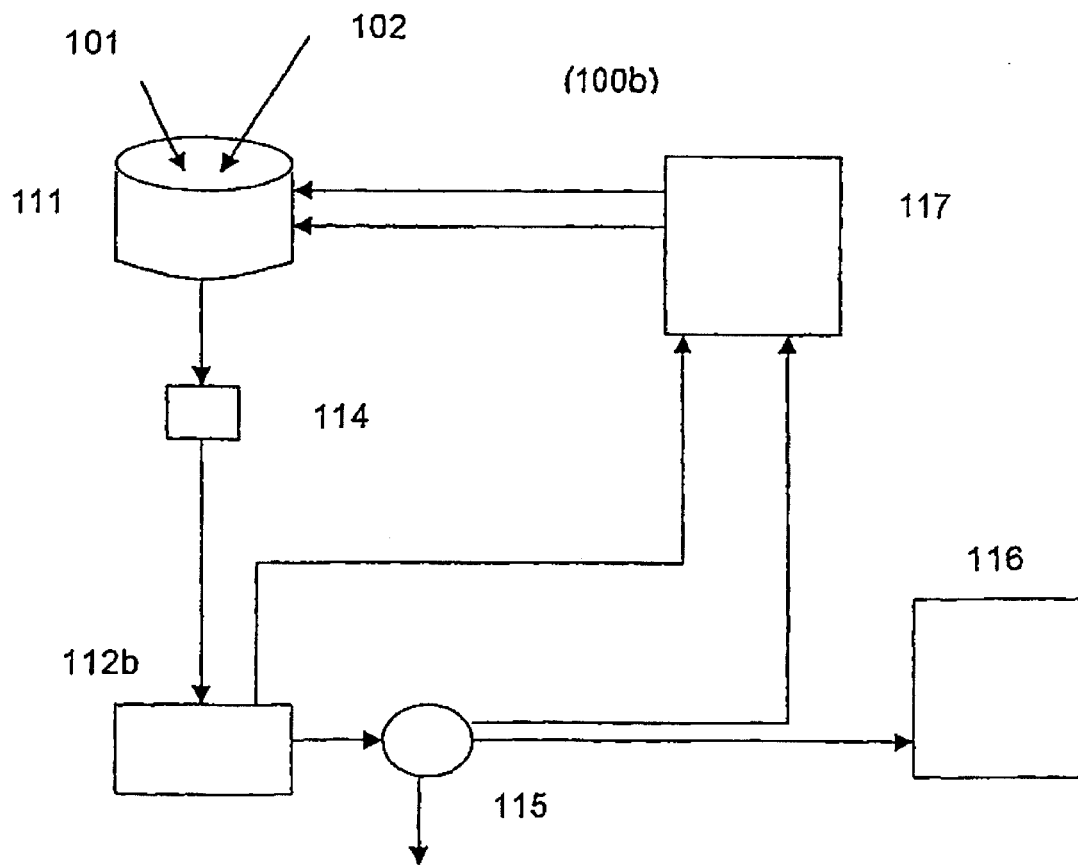


Figura 1b

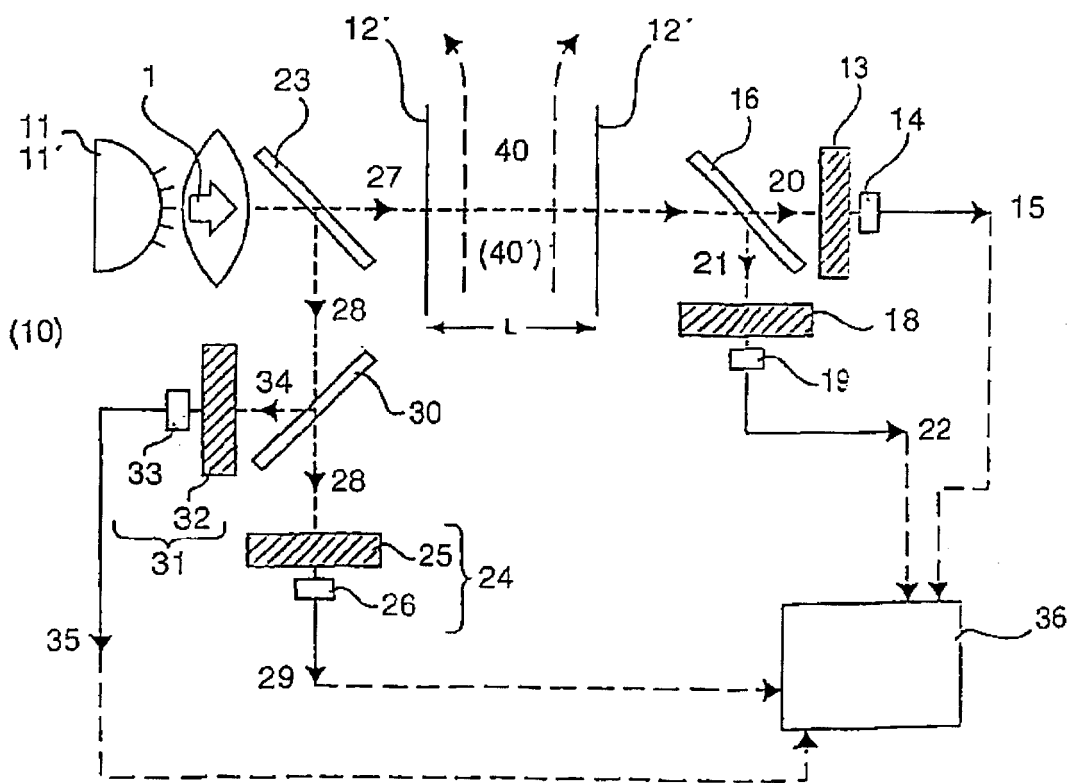


Figura 2

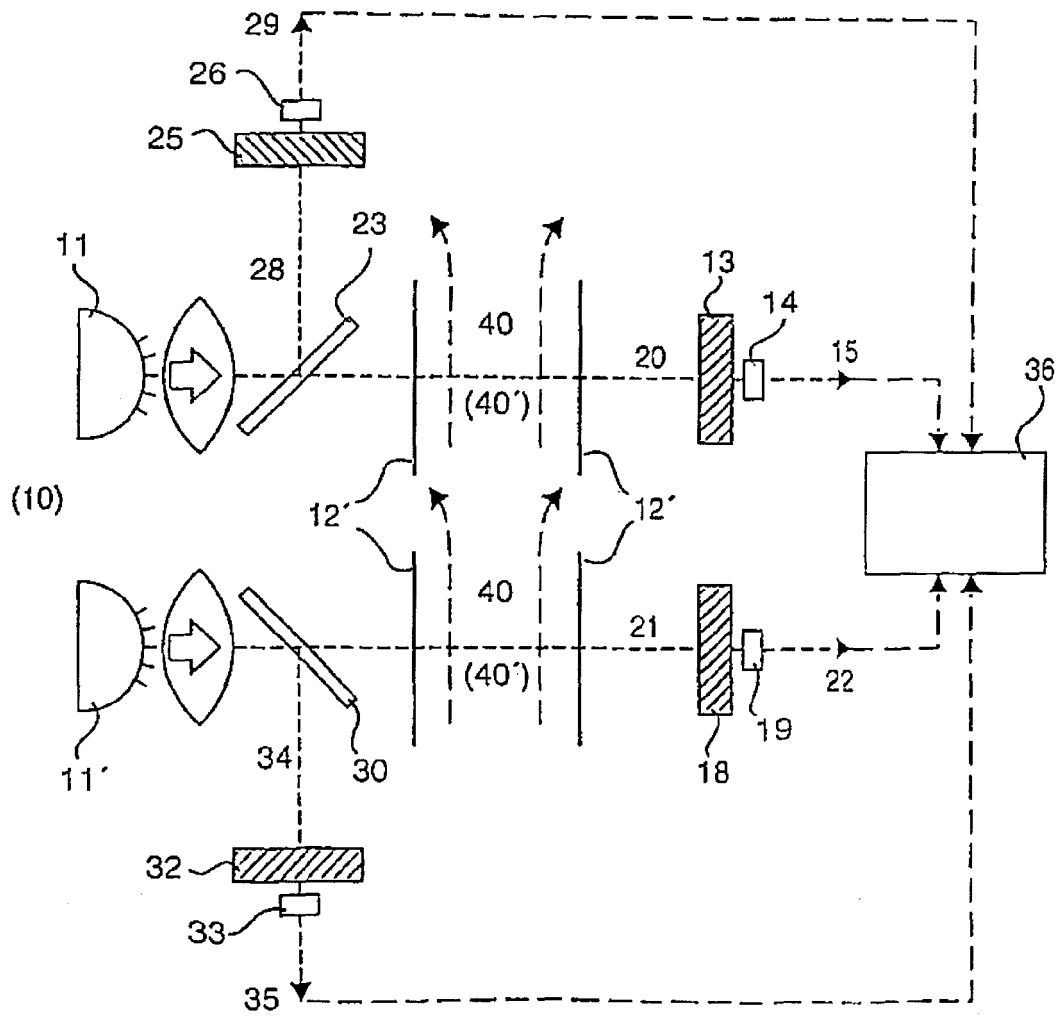


Figura 3