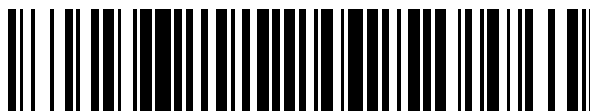


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 194**

51 Int. Cl.:

G01M 3/38 (2006.01)

G01M 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2009 E 09780064 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2449356**

54 Título: **Método para detectar fugas en recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.09.2013

73 Titular/es:

**WILCO AG (100.0%)
Rigackerstrasse 11
5610 Wohlen, CH**

72 Inventor/es:

WERTLI, ANTON

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 423 194 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para detectar fugas en recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas

5 La presente invención se refiere a un método para detectar fugas en recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas, y también se refiere a un método para fabricar recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas sin fugas y se refiere aún además a un aparato para detectar fugas en tales recipientes, posiblemente en un momento del proceso de producción en una planta de fabricación de recipientes sin fugas y al menos parcialmente llenos de gas.

10 Para detectar fugas en recipientes cerrados que están al menos parcialmente llenos de un producto líquido se conoce, por ejemplo de la patente US 5907093 del mismo solicitante que el de la presente solicitud, exponer recipientes correspondientes que van a ser sometidos a pruebas de fugas a una presión externa que es al menos tan baja como la presión del vapor de un componente del contenido líquido que está en el recipiente. Esta técnica se considera del hecho de que el líquido que es succionado a través de una fuga del recipiente se evapora, lo que da como resultado un aumento sustancial de la presión fuera del recipiente. De este modo, para tal detección de fugas, el recipiente a prueba se mantiene integral. Sin embargo, el método de detección altamente preciso mencionado se limita a probar recipientes que están llenos de un producto líquido.

15 El documento US 2007/2 12789 describe un aparato y un método para medir la concentración de oxígeno en un recipiente herméticamente cerrado, el cual puede ser un recipiente cerrado al vacío (con la sobrepresión provista por la presión del aire ambiente), mediante un compuesto luminiscente sensible al oxígeno. No se describe ninguna cámara de actuación o láser.

20 El documento GB 1.109.673 describe tres realizaciones para detectar fugas de objetos cerrados tales como estuches de relojes mediante excitación por rayos x de un gas noble que ha se ha filtrado en un recipiente bajo sobrepresión, ya sea directa o indirectamente.

25 El documento GB 1.598.426 describe la detección de fugas en objetos cerrados que contienen, por ejemplo, argón excitando el gas mediante descarga de chispa y realizando espectroscopia de la luz emitida. El nitrógeno que se filtra en el recipiente bajo sobrepresión suprime las líneas espectrales de, por ejemplo, el argón, haciendo así que una fuga sea detectable.

30 Los métodos de detección de fugas y en consecuencia los métodos para fabricar recipientes cerrados y llenos que no tengan fugas y que sean utilizados sin dañar la integridad de los recipientes son de gran interés, por ejemplo, para pruebas en línea determinándose de esta manera qué recipientes cumplen las condiciones de estanqueidad y cuáles no.

35 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método de detección, un método de fabricación y un aparato correspondiente como el mencionado anteriormente que se puedan aplicar a recipientes cerrados y llenos con independencia de si el producto de llenado es sólido, por ejemplo pulverulento, líquido o incluso gaseoso. El único factor limitante es que los recipientes que son sometidos a pruebas deben contener al menos parcialmente un gas. De ese modo, se debe tener en cuenta que los recipientes cerrados precargados prácticamente siempre tienen algún porcentaje de su volumen interno de gas.

Según la presente invención, el método para detectar fugas en recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas, comprende

- 40
- someter un recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas que está en una cámara de actuación a una atmósfera de gas de prueba a una presión que es mayor que la presión que predomina dentro del recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas, por lo que el gas de prueba comprende al menos una especie de gas;
- 45
- detectar, después de un periodo de tiempo en el que el recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas ha sido sometido a la atmósfera de gas de prueba a la mencionada presión, la cantidad de al menos la mencionada especie del gas de prueba que está dentro del recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas, como una indicación de fuga,

50 Por lo tanto, un recipiente como el mencionado que va a ser sometido a prueba, se somete a una presión externa que es mayor que la presión que predomina dentro del recipiente a prueba. Esto hace que un gas o al menos una especie de gas del gas de prueba penetre en el recipiente a prueba que está a una presión más baja. La detección de la cantidad de tal especie de gas dentro del recipiente que se mantiene íntegro y cerrado, se considera como una indicación de fuga. La cantidad de gas que penetra en el recipiente depende de si existe una fuga o no, y si existe

- 5 una fuga, de la magnitud de dicha fuga. Si se selecciona de manera adecuada el tiempo durante el cual tal recipiente a prueba es sometido a la sobrepresión externa de gas de prueba y/o si se selecciona de manera adecuada la cantidad de tal sobrepresión y/o, posiblemente también mediante la selección de la especie de gas que está contenida en el gas de prueba, es posible detectar en el recipiente fugas muy pequeñas, de hasta 1 µm de diámetro y de menos.
- 10 Una pared del recipiente a prueba cerrado y al menos parcialmente lleno de gas se selecciona para que sea transparente a la luz de un láser. La detección comprende de este modo someter el gas que está en el recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas a la luz del rayo láser, aplicándose dicho rayo a la pared mencionada. La cantidad de especie de gas en el recipiente se detecta a partir de tal luz que se transmite a través de y/o que se refleja desde el recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas.
- 15 De este modo, la absorción selectiva de luz por la especie de gas en el recipiente es considerada como una técnica conocida, por ejemplo, a partir del documento US 7 222 537 del mismo solicitante que el de la presente solicitud.
- 15 Aunque se pueden aplicar otras técnicas para detectar o supervisar cuánto gas ha penetrado en el recipiente durante el tiempo en el que recipiente a prueba está expuesto a la atmósfera de gas de prueba a la alta presión mencionada, por ejemplo, como una técnica de pesaje, etc, la técnica láser mencionada ha demostrado ser muy adecuada al ser rápida, precisa y relativamente barata.
- 20 En una realización del método de acuerdo con la presente invención que se puede combinar con cualquier realización mencionada hasta ahora y con las que se mencionen posteriormente, la especie en el gas de prueba, no está nominalmente comprendida en el gas que está dentro del recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas. Por lo tanto, a modo de ejemplo, con frecuencia el contenido de recipientes cerrados y llenos no debe entrar en contacto con oxígeno. Este es, por ejemplo, el caso de viales o jeringas que contengan sustancias médicas.
- 25 En tal caso, el gas de prueba puede comprender la especie mencionada – oxígeno - y la detección comprende de hecho la supervisión en el recipiente a prueba, ya esté presente o no tal especie de gas – oxígeno - dentro del recipiente después de haber sido expuesto a la atmósfera de gas de prueba a presión con tal especie.
- 25 Si por el contrario el recipiente a prueba sí que contiene nominalmente la especie de gas, cuya cantidad es detectada en el recipiente después de su exposición a la atmósfera de gas de prueba con la especie mencionada y a la presión elevada mencionada, entonces la detección de la indicación de fuga puede comprender que se supervise una diferencia o un aumento de la cantidad de tal especie de gas en el recipiente mencionado debido a la exposición a la atmósfera del gas de prueba.
- 30 En otra realización de la presente invención, que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas, así como con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, la detección comprende detectar en un primer momento del tiempo y al menos en un segundo momento del tiempo diferido y crear una diferencia de las cantidades detectadas en los dos o más momentos del tiempo mencionados.
- 35 Esta realización es especialmente adecuada en el caso mencionado en el que la especie de gas para ser detectada está nominalmente presente en el recipiente, aunque también se puede aplicar en el caso en el que nominalmente tal especie de gas - por ejemplo oxígeno - no está presente en el recipiente a prueba.
- 40 En una realización del método de acuerdo con la presente invención que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones ya mencionadas, así como con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, la detección mencionada comprende detectar la cantidad de especie de gas en el recipiente mientras que el recipiente está sometido a la atmósfera de gas de prueba a la presión mencionada.
- Esto permite, por ejemplo, terminar un ciclo de prueba tan pronto como la detección mencionada revela la falta de estanqueidad del recipiente.
- El gas de prueba que comprende oxígeno es preferiblemente aire o aire enriquecido con oxígeno.
- 45 En otra realización, que puede combinarse con cualquiera de las realizaciones antes mencionadas, así como con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, el recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas para probar se somete a la atmósfera de gas de prueba a la presión mencionada durante un periodo de tiempo predeterminado.
- 50 Mediante esta realización es posible llevar a cabo la presurización del recipiente o de los recipientes mediante la atmósfera de prueba mencionada sin necesidad de llevar a cabo la detección mencionada. Como se mencionará posteriormente, esto tiene, por ejemplo, la ventaja de que un lote de recipientes a probar pueden ser sometidos al

mismo tiempo a la atmósfera de gas de prueba a la presión mencionada. De este modo, por ejemplo, para probar en línea una serie de recipientes con la técnica de acuerdo con la invención, se puede aumentar considerablemente la alimentación especialmente si además se considera un procesado de lotes en paralelo.

5 Hay que señalar además que la detección mientras que los recipientes se someten a la atmósfera de gas de prueba se puede combinar de manera ventajosa con una detección después de un determinado periodo de tiempo ya que dicho periodo de tiempo predeterminado establece un tiempo límite para llevar a cabo la detección, mientras que el recipiente o los recipientes están expuestos a la atmósfera de gas de prueba. Si después de dicho periodo de tiempo predeterminado la detección establece que la cantidad de especie de gas supervisada no es suficiente para establecer que el recipiente tiene fugas, la prueba termina y se puede considerar que el recipiente correspondiente no tiene fugas.

10 En otra realización, que puede combinarse con cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas, así como con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, una pluralidad de recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas - un lote de recipientes - se someten simultáneamente a la atmósfera de gas de prueba a la sobrepresión mencionada.

15 De este modo y en otra realización, los recipientes del lote que se acaba de mencionar están expuestos a la fase de detección mencionada, mientras que un nuevo lote de recipientes se somete a la atmósfera de gas de prueba.

20 De este modo, en una realización, la detección mencionada se lleva a cabo después de someter simultáneamente la pluralidad de recipientes - el lote correspondiente - a la atmósfera de gas de prueba a la presión mencionada. Tal detección se lleva a cabo de forma simultánea en un número de recipientes que es más pequeño que el número de la pluralidad mencionada, que es del lote mencionado.

Tal detección, posterior a la sumisión del lote a la atmósfera de gas de prueba, se realiza en los recipientes mencionados, por ejemplo, uno por uno. Esto teniendo en cuenta que la función de detección es normalmente mucho más rápida que la fase de proceso en la que se somete el recipiente mencionado a la atmósfera de gas de prueba, especialmente si se detectan fugas muy pequeñas.

25 El método para fabricar recipientes cerrados que al menos están parcialmente llenos de gas y sin fugas y de acuerdo con la presente invención comprende:

- proporcionar un recipiente cerrado y al menos parcialmente lleno de gas,
- someter este recipiente a un método de detección como el mencionado anteriormente en una de cualquiera de sus realizaciones y demostrar que el recipiente no tiene fugas si la cantidad detectada está por debajo de un valor predeterminado.

30 La presente invención se refiere además a un aparato para detectar fugas en recipientes cerrados que comprende

- una cámara de actuación para al menos un recipiente que se va a probar;
- una fuente de gas a presión conectada a dicha cámara de actuación;
- una disposición de detección que detecta la cantidad de una especie de gas en el recipiente cerrado, siendo dicha especie de gas al menos una parte del gas a presión.

35 El gas comprende oxígeno y en otra realización es aire o aire enriquecido con oxígeno.

La disposición de detección comprende una disposición de láser que genera un rayo láser dirigido a al menos uno de los recipientes que está dentro de la disposición de detección.

40 En otra realización del aparato de acuerdo con la invención, que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones anteriores, al menos una parte de la disposición de detección funciona dentro de la cámara de actuación.

Además o alternativamente, y de acuerdo con otra realización, al menos una parte de la disposición de detección se proporciona lejos de la cámara de actuación.

45 En una realización del aparato, que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas o con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, la cámara de actuación está adaptada para recibir un lote de recipientes.

En una realización del aparato, que se puede combinar con cualquiera de las realizaciones anteriormente mencionadas o con cualquiera de las realizaciones que se mencionan posteriormente, el aparato comprende más de una de las cámaras de actuación.

5 De este modo y como una realización adicional, un número de disposiciones de detección es más pequeño que el número de cámaras de actuación.

Los recipientes que van a ser sometidos a detección de fugas o que se fabrican de acuerdo con la presente invención o que son tratados con el aparato de acuerdo con la invención son, en una realización, de vidrio o de un material plástico. Éstos son además recipientes tales como, por ejemplo, viales o cuerpos de jeringa para uso médico.

A continuación, la invención se ejemplificará aún más con la ayuda de las figuras. En las figuras:

10 La figura 1 muestra de la manera más esquemática el principio de los métodos de acuerdo con la presente invención y de un aparato que utiliza estos métodos;

La figura 2 muestra en un eje de tiempo y de forma cuantitativa una primera realización del proceso de detección tal como se realiza con los métodos y aparatos de acuerdo con la figura 1.

15 La figura 3 muestra, en una representación análoga a la de la figura 2, otra realización del proceso de detección mediante los métodos mencionados y del aparato de acuerdo con la invención, y

La figura 4 muestra esquemáticamente una realización de los métodos y del aparato de acuerdo con la invención, que considera el procesado de lotes en paralelo.

20 En la figura 1 se muestra esquemáticamente el principio de la presente invención. Un recipiente 1, que está al menos parcialmente, es decir al menos en cierta medida, lleno de un gas G se somete a una atmósfera de gas de prueba g (s). Al lado de la parte que se llena de gas G, el recipiente 1 puede contener un líquido o un sólido, por ejemplo un producto pulverulento como se indica con la letra P en la figura 1. El recipiente 1, que es, por ejemplo, un vial de material plástico o de vidrio se somete a la atmósfera de gas de prueba g (s) dentro de una cámara de actuación 3 que se presuriza con el gas de prueba g (s) mediante una fuente de presurización 5. La presión establecida dentro de la cámara de actuación 3 es más alta que la presión que predomina dentro del recipiente cerrado 1 y por tanto dentro del gas G que hay en el recipiente 1. La presión del gas de prueba g (s) dentro de la cámara de actuación 3 puede establecerse como constante en el tiempo o variable en el tiempo, por ejemplo, aumentando el tiempo. El gas de prueba g (s) comprende al menos una especie de gas s o consiste en tal especie s.

25 Si el recipiente 1 tiene fugas, la especie s de gas penetra en el recipiente 1. La cantidad de tal especie s que penetra en el recipiente 1 durante un período de tiempo determinado y a través de una fuga depende, por un lado, de la magnitud de la fuga, a continuación, del período de tiempo durante el cual el recipiente 1 está expuesto a la atmósfera del gas de prueba, de la sobrepresión con la que el gas de prueba g (s) es aplicado por la fuente 5 que está dentro de la cámara de actuación 3 y, además, puede depender de la especie s de gas.

30 Debido a la presurización externa del recipiente 1 a prueba que produce el gas de prueba g (s) con la especie s, el recipiente 1 va a contener gas G' con una cantidad de la especie s de gas mencionada o con una cantidad aumentada de tal especie de gas s si el recipiente a prueba contiene ya antes de comenzar las pruebas una cantidad de tal especie s de gas. Por lo tanto, si nominalmente el recipiente 1 a prueba contiene una cantidad de especie s de gas, esta cantidad se elevará debido a la presurización mencionada si el recipiente tiene fugas. Si nominalmente el recipiente a prueba no contiene la especie s de gas mencionada, una cantidad de especie s estará presente en G' después de la presurización del recipiente 1 en la cámara de actuación 3 y si el recipiente tiene fugas.

35 De ello resulta por tanto, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, que un recipiente 1 que tiene fugas contendrá en el gas G', en cualquier caso, una mayor cantidad de especie s de gas en comparación con su estado antes de ser sometida a presurización en la cámara de actuación 3. La cantidad de especie s de gas en el gas G' contenida en el recipiente 1 después de haber sido sometida a presurización en la cámara de actuación 3 o por lo menos después de haber sido sometida a tal presurización durante un determinado período de tiempo dentro de la cámara de actuación 3 es detectada por una disposición de sensor 7. La cantidad detectada de especie s de gas se indica mediante una señal de salida 7_o de la unidad de detección 7 que se evalúa en una unidad de evaluación 9. En la unidad de evaluación 9 se evalúa la cantidad existente de especie s de gas en el gas G', ya esté o no por debajo de un nivel de cantidad predeterminado que es aceptable para recipientes sin fugas. Si la cantidad existente de especie s de gas de acuerdo con la señal 7_o está por encima de dicho nivel, se considera que el recipiente 1 tiene fugas.

Debido a que la presión con la que un recipiente 1 a prueba dentro de la cámara de actuación 3 se puede seleccionar libremente dentro de una amplia gama y también la cantidad de tiempo durante el cual el recipiente 1 a prueba se expone a la sobrepresión del gas de prueba g (s) dentro de la cámara de actuación 3 y, adicionalmente, la composición del gas de prueba g (s) y por tanto la especie s puede ser seleccionada, es posible detectar fugas muy pequeñas en el recipiente 1. Como se muestra en la figura 1 con la línea de rayas $7'$, la detección de la cantidad de especie s de gas dentro del recipiente 1 se puede realizar ya durante la sumisión del recipiente 1 al gas de prueba a presión g (s) dentro de la cámara de actuación 3 y/o se puede realizar lejos de la cámara de actuación 3, es decir, después de que el recipiente 1 a prueba haya sido retirado de la cámara de actuación 3.

En la figura 2 se muestra esquemáticamente en el eje de tiempo t una primera realización de un ciclo de prueba. De este modo la detección con la unidad de detección 7 de la figura 1 se realiza lejos de la cámara de actuación 3 o por lo menos después de que la cámara de actuación 3 se haya liberado del gas de prueba a presión.

De acuerdo con esta realización, antes de someter el recipiente 1 a prueba al gas de prueba a presión g (s) en la cámara de actuación 3, en el instante t_1 la cantidad de especie s de gas presente en el recipiente 1 es detectada por la unidad 7. En la figura 2, esta cantidad se indica con a_1 . A continuación, el recipiente 1 se somete en la cámara de actuación 3 a presurización con gas de prueba g (s), por ejemplo a una presión de varios bares. Esto se muestra en la figura 2 mediante la evolución de la presión P_3 . Si el recipiente 1 sometido a prueba idealmente no tiene fugas, la cantidad a_1 de especie de gas contenida en el gas G' que está en el recipiente 1 permanece constante como se muestra con la evolución de la línea de rayas de la cantidad a_{ul} en la figura 2.

Por otro lado, si el recipiente tiene fugas, la cantidad de especie s de gas en el gas G' contenido en el recipiente 1 aumenta como se muestra de manera cualitativa con la evolución de la línea de rayas a_1 . Después de un periodo de tiempo predeterminado T_{p3} , durante el cual el recipiente ha sido sometido a sobrepresión de gas de prueba en la cámara de actuación 3, la cámara 3 se libera como se muestra con la evolución p_3 y el recipiente sometido a prueba 1 se retira de o se mantiene dentro de la cámara de actuación 3 liberada. La cantidad de especie s de gas presente ahora en el recipiente 1 sometido a prueba es detectada en un instante t_2 de acuerdo con la figura 2. Si el recipiente tiene fugas aparece, como se indica en la figura 2 con Δa_{12} , una diferencia de cantidades detectadas entre la detección en el instante t_2 y la detección en el instante t_1 . Esta diferencia Δa_{12} , que está representada por señales eléctricas correspondientes de la unidad de detección 7, se evalúa. Como sabe perfectamente el experto en la técnica, se compara con uno o más de los valores umbral a fin de establecer si el recipiente es o no sólo permeable a una cantidad posiblemente tolerable, y por tanto se puede considerar sin fugas o es permeable a una cantidad intolerable y por tanto se considera que tiene fugas.

Con referencia a la figura 1 y si nominalmente el recipiente no contiene la especie s de gas, la detección de la cantidad de especie s de gas dentro del recipiente sólo en el instante t_2 es suficiente para establecer la estanqueidad o falta de estanqueidad del recipiente.

Como puede verse al considerar las pruebas según se ejemplifican en la figura 2, no puede ignorarse que la cantidad de especie s de gas en el recipiente 1 sometido a prueba aumenta por encima de un valor tolerable ya durante la exposición de dicho recipiente a la presurización del gas de prueba. De este modo, una decisión sobre la estanqueidad del recipiente será sin embargo establecida sólo en el instante t_2 . Esto a pesar del hecho de que el contenido de la especie s de gas en el recipiente ya estaba por encima de un valor tolerable mucho antes de reconocerse la falta de estanqueidad correspondiente en el instante t_2 .

Por lo tanto, podría ser aconsejable supervisar la cantidad de especie s de gas dentro del recipiente 1 sometido a prueba ya durante la sumisión de dicho recipiente al gas de prueba a presión g (s) en la cámara de actuación 3. Esto requiere la provisión de una unidad de detección 7 dentro de la cámara de actuación 3, como se muestra esquemáticamente con $7'$ en la figura 1.

La figura 3 muestra, en una representación similar a la de la figura 2, una realización correspondiente de proceso de pruebas. Según la figura 3 y partiendo del supuesto de que un recipiente 1 a prueba no contiene nominalmente ninguna especie s de gas, el recipiente a prueba se somete en la cámara de actuación 3 a presurización con gas de prueba g (s) que contiene la especie s de gas. Esto se muestra de nuevo en la figura 3 con la evolución de presión p_3 . Se establece un valor umbral a_{TH} para una cantidad de especie s de gas dentro del recipiente sometido a prueba cuyo valor es el valor límite tolerable para un recipiente que se considera sin fugas. Durante la presurización del recipiente sometido a prueba, la cantidad de especie s de gas en el recipiente 1 se supervisa con una unidad de detección correspondiente $7'$ dentro de la cámara de actuación 3. La evolución a_i representa en la figura 3 la cantidad de especie s de gas en el recipiente 1 dentro de la cámara de actuación 3 según es detectada y supervisada por dicha unidad de detección $7'$. La cantidad existente se compara con el valor umbral a_{TH} . Tan pronto como la cantidad existente a_1 alcanza el valor umbral a_{TH} , que es el caso de acuerdo con la figura 3 en el momento t_{TH} , el recipiente sometido a prueba, sin duda, tiene fugas y la cámara de actuación 3 es liberada tal y como se muestra en la figura 3 con la línea de rayas p_{3fl} . La comprobación del recipiente correspondiente se termina. Si el

recipiente sometido a prueba no tiene fugas o sólo tiene fugas hasta una cantidad tolerable, la cantidad de especies de gas en el recipiente 1 puede aumentar como se muestra esquemáticamente en la figura 3 con la evolución de la línea de rayas a_{ul} . El periodo de tiempo máximo para la presurización del recipiente 1 es predeterminado como se muestra con T_{p3} . Por lo tanto, si después del periodo de tiempo T_{p3} la evolución de la cantidad de especies de gas dentro del recipiente 1 no alcanza el valor umbral a_{TH} , el ciclo de prueba para el recipiente se termina y se considera que el recipiente no tiene fugas.

El experto en la materia conoce otras posibilidades diferentes de procesos de detección de acuerdo con la presente invención, tales como el proceso combinado de acuerdo con la figura 2 con el proceso de acuerdo con la figura 3 y puede en consecuencia adaptar un aparato de detección correspondiente y el control de tiempo del mismo.

Con referencia a la figura 1 y teniendo en cuenta el hecho de que a una presión predeterminada aplicada dentro de la cámara de actuación 3, la exactitud de la detección de fugas depende significativamente del periodo de tiempo durante el cual un recipiente se somete al gas de prueba a presión g (s), resulta evidente que la duración del proceso de detección general está predominantemente gobernado por el periodo de tiempo de la exposición del recipiente 1 al gas de prueba a presión g (s).

Por otro lado, en una pluralidad de aplicaciones para tales pruebas de acuerdo con la presente invención es sumamente conveniente poner a prueba recipientes en línea sin reducir la alimentación de recipientes.

Esto se puede realizar incluso haciendo uso de la presente invención, por un lado, sometiendo simultáneamente una pluralidad de recipientes, es decir un lote de recipientes, a presurización con gas de prueba y, posteriormente sometiendo los recipientes, después de haber sido presurizados como un lote, uno después de otro, a la fase de detección. De ese modo, durante el periodo de tiempo los recipientes de un lote se someten a la fase de detección en una secuencia a alta velocidad y un segundo lote de recipientes se somete a presurización. Por lo tanto, la fase de proceso más lenta, a saber, la presurización, se lleva a cabo en la técnica de lotes y en la técnica de procesado en paralelo. Esto se ejemplifica esquemáticamente en la figura 4.

De acuerdo con la figura 4 una primera cámara de actuación 3 se carga con un lote de una pluralidad de recipientes para probar, como ejemplo, con 3.600 recipientes. El lote de recipientes dentro de la cámara de actuación 3 se somete durante una hora al gas de prueba de presurización como se mencionó en el contexto de la figura 1. Después de una hora, la cámara de actuación 3 se libera y los recipientes del lote alimentan, por ejemplo uno por uno, la estación de detección 7. Si la estación de detección 7, por ejemplo, requiere un segundo para detectar con precisión la cantidad de especies de gas contenida en un recipiente del lote, la detección de todos los recipientes del lote tendrá una duración de una hora a una velocidad de alimentación de un recipiente por segundo. Durante la hora que es necesaria para terminar el proceso de los recipientes del lote procedente de la cámara de actuación 3 mediante la unidad de detección 7, un segundo lote de igual número de recipientes se somete a presurización de gas de prueba en una segunda cámara de actuación 3b. Por tanto, después de terminar el proceso de los recipientes procedentes de cámara de actuación 3a, el segundo lote que está en la segunda cámara de actuación 3b ha sido sometido a gas de prueba a presión durante una hora y está listo para ser detectado. La entrada de la unidad de detección 7 está conectada a la salida de la segunda cámara de actuación 3b que está liberada y desde donde los recipientes alimentan ahora la unidad de detección 7. Esto se muestra esquemáticamente mediante el conmutador inversor Q de la figura 4.

Como se ha mencionado, la unidad de detección 7 realiza la detección de la cantidad de una especie de gas dentro del recipiente cerrado. Más adecuado para esta tarea es realizar la absorción de luz espectralmente selectiva mediante una especie de gas correspondiente. Este principio se realiza seleccionando como unidad de detección 7, una unidad en la que la luz de un rayo láser se dirige a la parte llena de gas de un recipiente 1 para ser detectada y la cantidad de una especie de gas se evalúa a partir de la luz del rayo láser que está siendo transmitida o reflejada fuera del recipiente y después de haber sido sometida al gas G' contenido en el recipiente. De este modo, la pared del recipiente 1 se selecciona para que sea transparente a la luz mencionada. Una técnica para supervisar la cantidad de una especie de gas en un recipiente de este tipo se da a conocer ampliamente, por ejemplo, en el documento US 7 467 554 del solicitante de la presente solicitud. En una realización actualmente preferida de los métodos de acuerdo con la presente invención y del aparato correspondiente que lleva a cabo tales métodos, la especie de gas se selecciona para que sea oxígeno. De ese modo, el gas de prueba g (s) se selecciona para que sea aire o aire enriquecido con oxígeno. La detección de fugas y la técnica de fabricación mencionadas y el aparato asociado son muy apropiados para las pruebas o la fabricación, con lo cual también son adecuados para las pruebas en línea y la fabricación en línea de recipientes al menos parcialmente llenos de gas, sobre todo de pared de vidrio o recipientes de material plástico transparente, por ejemplo viales, o recipientes para contenidos médicos. Al aplicar el método mencionado haciendo uso de oxígeno como especie de gas, lo que expone a un recipiente a prueba a sobrepresión atmosférica durante aproximadamente 20 minutos, es posible ya de primeras detectar fugas tan pequeñas como de $1 \mu\text{m}$. Se cree firmemente que mediante la optimización global del proceso, se pueden llegar

a detectar fugas significativamente menores de 1 μm sin limitar indebidamente la alimentación de recipientes en línea que se prueban mediante la aplicación correspondiente de técnicas de procesado de lotes y en paralelo.

REIVINDICACIONES

1. Método para detectar fugas en recipientes (1) cerrados y al menos parcialmente llenos de gas que comprende
 - someter un recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas que está en una cámara de actuación a una atmósfera de gas de prueba a una presión que es mayor que la presión que predomina dentro de dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas, comprendiendo dicho gas de prueba al menos una especie de gas;
 - detectar, después de un periodo de tiempo en el que dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas ha sido sometido a dicha atmósfera de gas de prueba a dicha presión, la cantidad de al menos dicha especie de dicho gas de prueba que está dentro de dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas como una indicación de fuga,
- 5 en el que una pared de dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas es transparente a la luz de un láser, y caracterizado por que dicha detección comprende someter gas en dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas a la luz de un láser y detectar dicha cantidad de tal luz que es transmitida a través de y/o reflejada desde dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas, y caracterizado también por que dicha especie de gas es oxígeno.
- 10
- 15
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho gas de prueba comprende dicha especie de gas que no está nominalmente comprendida en dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas.
3. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que dicha detección comprende detectar en un primer momento del tiempo y en un segundo momento del tiempo diferido y formar una diferencia de cantidades detectadas en dichos dos momentos.
- 20
4. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo dicha detección detectar dicha cantidad mientras que dicho recipiente se somete a dicha atmósfera de gas de prueba.
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicho gas de prueba es aire o aire enriquecido con oxígeno.
- 25
6. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además someter dicho recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas a dicha atmósfera de gas de prueba a dicha presión durante un periodo de tiempo predeterminado.
7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además proporcionar una pluralidad de dichos recipientes (1) cerrados y al menos parcialmente llenos de gas y someter simultáneamente dicha pluralidad de recipientes (1) cerrados y al menos parcialmente llenos de gas como un lote a dicha atmósfera de gas de prueba a dicha presión.
- 30
8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende someter dichos recipientes (1) de dicho lote a dicha detección mientras se realiza dicha sumisión de un lote adicional de recipientes (1).
9. Método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, comprendiendo además dicha detección realizar tal detección posteriormente a dicha sumisión simultánea de dichos recipientes (1) a dicha atmósfera de gas de prueba y realizar tal detección en un número de recipientes (1) que sea menor que un número de dicha pluralidad.
- 35
10. Método para fabricar recipientes (1) cerrados y al menos parcialmente llenos de gas y sin fugas, que comprende
 - proporcionar un recipiente (1) cerrado y al menos parcialmente lleno de gas,
 - someter dicho recipiente (1) a un método de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8;
 - y establecer que dicho recipiente (1) no tiene fugas si dicha cantidad detectada está por debajo de un valor predeterminado.
- 40
11. Aparato para detectar fugas en recipientes (1) cerrados que comprende
 - una cámara de actuación (3) para al menos un recipiente que se va a probar;
 - una fuente (5) de gas a presión conectada a dicha cámara de actuación (3);

- una disposición de detección (7) que detecta la cantidad de una especie de gas en dicho recipiente (1) cerrado, siendo dicha especie de gas al menos una parte de dicho gas a presión,

caracterizado por que dicha disposición de detección (7) comprende una disposición de láser que genera un rayo láser dirigido a un recipiente (1) dentro de dicha disposición de detección (7), y caracterizado también por que dicho gas comprende oxígeno.

- 5
12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho gas es aire o aire enriquecido con oxígeno.
13. Aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 o 12, en el que al menos una parte de dicha disposición de detección (7) funciona como detector dentro de dicha cámara de actuación (3).
- 10
14. Aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, en el que al menos una parte de dicha disposición de detección (7) funciona como detector lejos de dicha cámara de actuación (3).
15. Aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14, en el que dicha cámara de actuación (3) está adaptada para recibir un lote de dichos recipientes (1).
16. Aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 15, que comprende más de una de dichas cámaras de actuación (3).
- 15
17. Aparato de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende un número de dichas disposiciones de detección (7) que es menor que dicho número de cámaras de actuación (3).

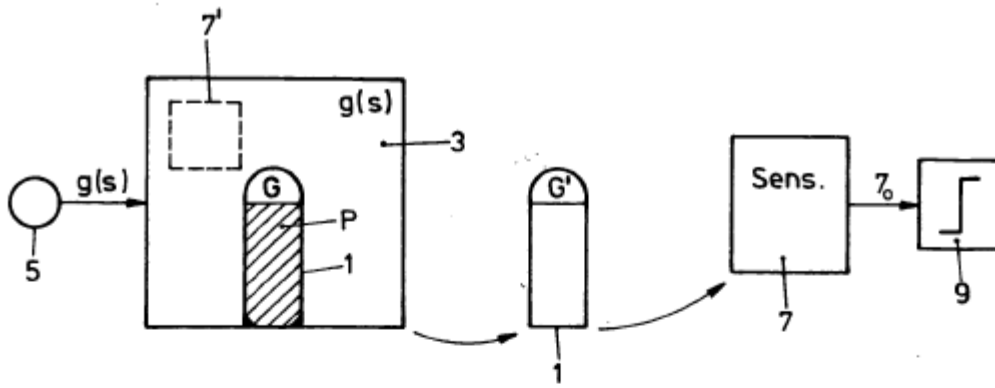


FIG. 1

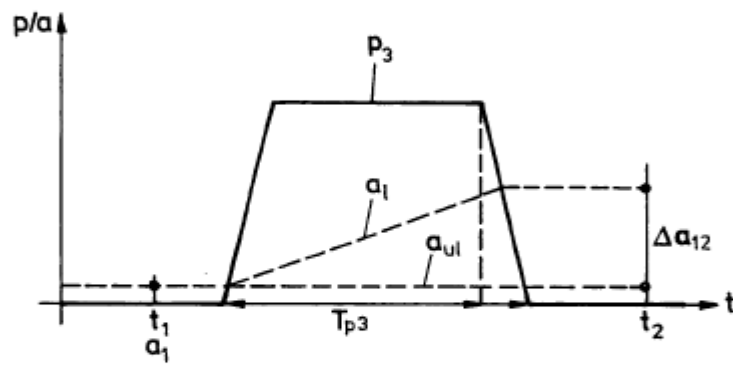


FIG. 2

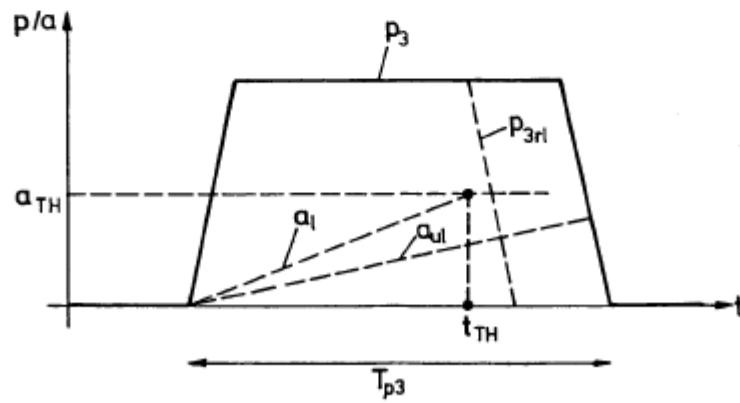


FIG. 3

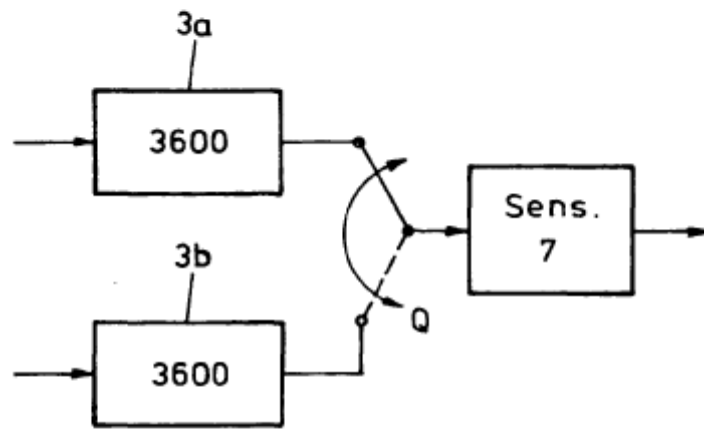


FIG.4