

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 546**

51 Int. Cl.:

G01J 5/00 (2006.01)
G01N 25/72 (2006.01)
G01N 33/38 (2006.01)
C03B 9/41 (2006.01)
G01J 5/02 (2006.01)
G01J 5/08 (2006.01)
G01J 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2009** **E 09075545 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2014** **EP 2336740**

54 Título: **Método y sistema para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.03.2014

73 Titular/es:

EMHART GLASS S.A. (100.0%)
Hinterbergstrasse 22
6330 Cham, CH

72 Inventor/es:

HOLTKAMP, MARK EDWIN y
BRUMMELMAN, TEUNIS RENÉ

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 446 546 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 y sistema para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio

La presente invención se refiere a un método y un sistema para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio. El proceso de formación se lleva a cabo mediante una máquina formadora que puede contener múltiples secciones independientes, consistiendo cada sección por lo menos en una estación de formación. El método comprende las etapas de medir la radiación emitida por cada recipiente de vidrio caliente inmediatamente a continuación de la máquina formadora. Basándose en estas mediciones, pueden generarse información y señales de control para regular el proceso de formación de recipientes de vidrio a efectos de mejorar la calidad de los recipientes de vidrio y, con ello, de reducir el número de recipientes de vidrio defectuosos producidos.

Un artículo del Dr. John Chan, titulado "Automated inspection and container monitoring at the hot end" en Glass Review internacional, Contract Communications, Londres, GB, 1 de enero 1997, páginas 109 a 111, y relacionado con el documento US-A-5.583.337, propone un sistema del tipo anterior en que el funcionamiento del sistema está sincronizado con el de la máquina I.S. Esto permite rastrear y monitorizar el comportamiento de las cavidades individuales del molde, es decir, los recipientes de vidrio calientes son monitorizados por cavidad.

En el sistema propuesto en nuestro documento US-A-2007/0102628, las botellas de vidrio caliente son asimismo monitorizadas por cavidad. Se define y almacena una banda vertical de datos, que representa los datos promedio para una botella particular a partir de una cavidad particular del molde. Una pantalla de ordenador presenta una serie de bandas de datos verticales adyacentes obtenidas de botellas a partir de la misma cavidad del molde, que se denomina la imagen molde/tiempo para un molde particular, la cual permite a un operador determinar si el proceso de formación de botellas asociado con dicho molde particular es estable o inestable. La pantalla del ordenador, para botellas fabricadas en una máquina de gota cuádruple de doce secciones, podría presentar 48 de estas imágenes de molde/tiempo, una para cada uno de los 48 moldes.

Se hace referencia asimismo a un artículo de Roberto Micheletti, titulado "Automatic visual inspection for glass production" en ISMCR Proceedings of the international Symposium on Measurement and Control in Robotics, 1 de enero de 1998, páginas 127 a 131. A diferencia de los sistemas descritos anteriormente, el sistema de Micheletti no se ocupa de medir radiación de botellas de vidrio caliente, sino de un sistema basado en una visión informática para la detección de grietas o roturas en botellas frías. El sistema utiliza un enfoque de comparación de imágenes que implica técnicas de comparación de plantillas en las que el patrón en observación (P.U.T., pattern under test) se compara con un patrón de referencia (R.P., reference pattern). Un análisis de datos que implica normalización utiliza mediciones tonales de la media y la desviación de niveles de gris, y determina el factor de disociación entre el P.U.T. y el R.P. Las mediciones tonales utilizadas para el control de calidad del vidrio son la intensidad de imagen promedio de cada línea de la imagen y la desviación de la intensidad de imagen promedio de cada línea respecto de la media general.

Se da a conocer un sistema de este tipo en el documento WO 2004/011935, correspondiente a la patente europea EP 1525469 B1, que describe un sistema para analizar y monitorizar un proceso de fabricación para productos de vidrio. El sistema es sensible exclusivamente a la radiación en el infrarrojo cercano (NIR, Near Infra Red) y mide la radiación NIR de productos de vidrio caliente, determina la intensidad de radiación promedio para por lo menos dos zonas de medición, compara esta intensidad promedio con un valor de referencia, compara desviaciones entre las zonas de medición y, en base a esta comparación, genera una señal de error cuando procede. Además, se calcula y utiliza una curva de enfriamiento como una referencia para compensar la diferencia en la cantidad de radiación de productos de vidrio debida a diferentes tiempos de enfriamiento.

Sin embargo, el sistema dado a conocer en esta última WO 2004/011935 puede generar señales de error incluso cuando existe un cambio en la cantidad de radiación que no está provocado por un cambio en el proceso de formación, sino que por el contrario se debe a cambios en las diversas condiciones y parámetros, tales como, entre otros, la temperatura ambiental, la humedad ambiental, la velocidad de fabricación, la temperatura del aire de enfriamiento, la humedad del aire de enfriamiento, la composición del material de vidrio, configuraciones de la cámara, humo y suciedad en el aire, polución en las lentes y el peso del recipiente.

Estas condiciones y parámetros pueden variar drásticamente las intensidades de radiación medidas, dependiendo, por ejemplo, de si se trabaja de día o de noche, de las estaciones del año, del emplazamiento de la fabricación y/o de la máquina formadora.

Por consiguiente, debería estar presente siempre un operario para monitorizar cuidadosamente los resultados de la medición y las señales de error generadas, a efectos de comprobar las condiciones y los parámetros, y de regular valores de referencia para compensar condiciones y parámetros en cambio continuo. Desde el punto de vista práctico esto es un requisito muy poco deseable, dado que los costes de mano de obra son elevados y el proceso de formación se produce en un entorno extremadamente caliente y ruidoso en el que las condiciones de trabajo son muy desfavorables.

Otro inconveniente del sistema dado a conocer en el documento WO 2004/011935 es que cuando comienza la fabricación de un recipiente de vidrio que ha sido fabricado anteriormente, las condiciones y parámetros

mencionados anteriormente pueden haber cambiado, en cuyo caso los valores de referencia y/o las curvas de enfriamiento utilizados para la fabricación anterior pueden no ser útiles para la fabricación actual. En tal caso, se necesita cada vez una nueva referencia y/o una curva de enfriamiento, lo cual prolongará el tiempo de puesta en marcha y por lo tanto no es deseable.

- 5 Un objetivo principal de la presente invención es dar a conocer un método para la monitorización de un proceso de formación de un recipiente de vidrio que es independiente de las condiciones y parámetros mencionados anteriormente, y con el que es posible fabricar recipientes de vidrio con calidad elevada y constante.

Otro objetivo de la presente invención es generar una única referencia maestra que sirva como referencia de calidad para el tipo de recipiente fabricado, a efectos de producir recipientes de vidrio en cada estación de formación con la misma calidad representada por esta referencia maestra, y reducir el tiempo necesario para poner en marcha el proceso de formación. La referencia maestra única puede ser almacenada y utilizada para monitorizar y controlar la misma máquina formadora u otra máquina formadora que produce el mismo tipo de recipiente de vidrio específico en un emplazamiento diferente.

- 10 Otro objetivo de la presente invención es eliminar el requisito de tener un operador monitorizando constantemente el proceso, mediante el recurso de controlar automáticamente la máquina formadora.

La presente invención se refiere a un método para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio, que se da a conocer en general en el documento WO 2004/011935 y se define en el preámbulo de la reivindicación 1. El método comprende las etapas de medir la radiación emitida mediante los recipientes de vidrio calientes inmediatamente a continuación de la máquina formadora con una unidad de medición, por ejemplo una cámara, sensible a la radiación emitida por los recipientes de vidrio calientes. La imagen del recipiente de vidrio generada por la cámara está dotada de un número finito de líneas de imagen, teniendo cada línea de imagen un número finito de píxeles.

El método para monitorizar un proceso de formación de recipientes de vidrio según la presente invención está definido en la cláusula caracterizadora de la reivindicación 1.

- 25 El problema mencionado anteriormente del cambio de las condiciones y los parámetros, se compensa mediante el recurso de dividir las intensidades de radiación de línea por la intensidad de radiación total. Esto puede explicarse como sigue. Cuando, por ejemplo, la radiación de un recipiente de vidrio caliente es absorbida parcialmente por el propio humo en el aire, las intensidades de radiación de línea disminuyen y la intensidad total disminuye. Sin embargo, el resultado de dividir las intensidades de radiación de línea por la intensidad total no variará (la curva de relación de intensidad no variará). Obviamente, éste no habría sido el caso cuando, tal como la técnica anterior, se utilizaran valores absolutos de la intensidad.

Los recipientes de vidrio procedentes de estaciones de formación próximas a la unidad de medición, comparados con recipientes procedentes de estaciones de formación más alejadas, recorren en menos tiempo una distancia más corta hasta la unidad de medición, y por lo tanto se enfrían menos y por consiguiente tendrán una temperatura mayor. En la técnica anterior, se utiliza una curva de enfriamiento para compensar estos tiempos de enfriamiento diferentes. Sin embargo, esta curva de enfriamiento se basa en valores de intensidad absolutos, y por lo tanto es sensible a cambios en las condiciones y parámetros mencionados anteriormente. De acuerdo con la presente invención, la curva de relación de intensidad de los recipientes de vidrio calientes compensa la temperatura del recipiente de vidrio. Cuando un recipiente de vidrio procedente de una estación de formación más alejada (menor temperatura) tiene la misma distribución de vidrio que un recipiente de vidrio procedente de una estación de formación más próxima a la unidad de medición, la curva de relación de intensidad de ambos recipientes de vidrio será la misma.

La curva de relación de intensidad de un recipiente de vidrio caliente puede compararse posteriormente con una referencia maestra. La referencia maestra es única para cada tipo de recipiente de vidrio concreto, y sirve por lo tanto como una medida de calidad para cada tipo de recipiente de vidrio concreto. Para obtener esta referencia maestra única, una realización preferida del método según la presente invención comprende además la etapa siguiente:

- 45 d. determinar una curva de referencia maestra mediante promediar las curvas de relación de intensidad sobre un número predeterminado de recipientes de vidrio calientes procedentes de la totalidad o de un número seleccionado de estaciones de formación.

Promediar las curvas de relación de intensidad sobre un número de recipientes de vidrio calientes incluye sumar las curvas de relación de intensidad de un número de recipientes de vidrio y dividir esta suma por dicho número de recipientes de vidrio. Los recipientes de vidrio pueden ser promediados sobre un periodo de tiempo, procedentes de una o varias estaciones seleccionadas, sobre una serie de ciclos de fabricación o sobre solamente un ciclo de fabricación.

Se pueden obtener diversas curvas de referencia maestras con diferentes configuraciones de máquinas de formación, a partir de lo cual puede seleccionarse la que tenga un mejor comportamiento, que produzca los

recipientes de vidrio de mejor calidad. La curva de referencia maestra puede guardarse para su utilización cuando se fabrique con posterioridad el mismo tipo de recipiente, en la misma máquina formadora o bien en una máquina formadora diferente. Puede utilizarse asimismo para analizar y comparar el comportamiento de fabricación actual con una fabricación anterior. Si se desea, la curva de referencia maestra puede ser actualizada continuamente, lo que puede tener como resultado la obtención de una calidad aún mejor para el mismo recipiente.

Otra realización preferida del método según la presente invención comprende la etapa siguiente:

e. determinar una curva de diferencia relativa para cada recipiente de vidrio caliente mediante restar dicha curva de referencia maestra respecto de dicha curva de relación de intensidad de cada recipiente de vidrio caliente y dividir el resultado por dicha curva de referencia maestra.

La curva de diferencia relativa muestra fácilmente cuánto y dónde se desvía la curva de relación de intensidad de un recipiente de vidrio respecto de la curva de referencia maestra. Puede visualizarse la curva de diferencia relativa para cada estación de formación a efectos de mostrar la calidad de los recipientes de vidrio fabricados en la estación de formación. Cuando la calidad de un recipiente de vidrio producido es elevada, la curva de diferencia relativa será próxima a cero. Cuando las curvas de diferencia relativa de todos los recipientes de todas las estaciones sean próximas a cero, la calidad de todos los recipientes producidos por la máquina formadora será elevada y sustancialmente igual.

Otra realización preferida del método según la presente invención comprende las etapas siguientes:

f. comparar dicha curva de diferencia relativa con una curva de tolerancia predeterminada.

g. generar una señal de alarma si dicha curva de diferencia relativa excede dicha curva de tolerancia en por lo menos un punto.

Mediante el recurso de comparar la curva de diferencia relativa con una curva de tolerancia y generar una señal de alarma si la diferencia excede la curva de tolerancia, se puede determinar fácilmente si la calidad de los recipientes de vidrio fabricados por una estación de formación es aceptable o si se ha degradado hasta tal punto que el recipiente es de calidad inferior y por lo tanto inaceptable.

La curva de tolerancia puede ser constante, tolerando la misma cantidad de desviación para cada posición en dicho recipiente. Sin embargo, los valores de la curva de tolerancia pueden asimismo ser función de la posición en dicho recipiente. De este modo, por ejemplo se puede permitir menos desviación respecto de la curva de referencia maestra para una o varias zonas del recipiente en las que el grosor del vidrio es crítico. Además, los valores de tolerancia pueden ser positivos así como negativos.

Una unidad de control controla el proceso de formación de cada estación de formación mediante una serie de parámetros de proceso. Para controlar automáticamente el proceso de formación, otra realización preferida del método según la presente invención comprende la etapa siguiente:

h. enviar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente a dicha unidad de control.

Mediante el envío de las curvas de diferencia relativa de los recipientes de vidrio desde cada estación de formación a la unidad de control, la regulación del proceso puede llevarse a cabo automáticamente y poco después de la detección de un cambio o un error en el proceso de formación. La regulación puede producirse de tal modo que las curvas de diferencia relativa desciendan sustancialmente a cero.

La medición puede llevarse a cabo a cualquier longitud de onda a la que emita radiación un recipiente de vidrio caliente. Sin embargo, dado que la cantidad de radiación del vidrio del recipiente no sólo depende de la temperatura del vidrio sino asimismo del grosor del vidrio para longitudes de onda menores que 3,0 micras, la medición será más precisa a longitudes de onda menores de 3,0 micras, especialmente cuando se analizan recipientes de vidrio relativamente gruesos. Por lo tanto, un método de realización preferida según la presente invención está caracterizado por que dicha medición se produce para longitudes de onda comprendidas entre 0,7 y 3,0 micras.

La presente invención se refiere asimismo a un sistema analítico para monitorizar un proceso de formación de recipientes de vidrio, dado a conocer en general en el documento WO 2004/011935 y tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 7. El sistema comprende por lo menos una unidad de medición para medir radiación emitida mediante cada recipiente de vidrio caliente inmediatamente a continuación de la máquina formadora. La unidad de medición puede comprender una cámara de exploración de líneas o de área, sensible a la radiación emitida por los recipientes de vidrio calientes. La imagen del recipiente de vidrio generada por la cámara está dotada de un número finito de líneas de imagen, teniendo cada línea de imagen un número finito de píxeles. Una unidad de procesador proporciona cálculos, comparaciones y comunicaciones con otras unidades.

La unidad de procesador del sistema analítico según la presente invención está definida en la cláusula caracterizadora de la reivindicación 7.

La unidad de procesador está programada de tal modo que lleva a cabo la operación mencionada anteriormente a efectos de hacer que los valores medidos de las intensidades sean independientes no sólo de cambios en los parámetros y condiciones del entorno, procesos y equipo de medición, sino independientes asimismo respecto de la estación de formación en la que se origina un recipiente de vidrio caliente.

- 5 Otra realización preferida del sistema analítico según la presente invención está caracterizada por que la unidad de procesador está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente:

d. determinar una curva de referencia maestra mediante promediar las curvas de relación de intensidad sobre un número predeterminado de recipientes de vidrio calientes procedentes de la totalidad o de un número seleccionado de estaciones de formación.

- 10 Mediante sumar las curvas de relación de intensidad de un número de recipientes de vidrio calientes y dividir la suma por el número de recipientes, se obtiene una curva de relación de intensidad promedio que es única para un tipo particular de recipiente de vidrio. La curva de relación de intensidad promedio puede servir como una referencia maestra para la calidad de los recipientes de vidrio de dicho tipo particular. Puede utilizarse asimismo para otra máquina formadora en otro emplazamiento diferente cuando fabrique el mismo tipo de recipiente de vidrio con los mismos requisitos de calidad.

Otra realización preferida del sistema analítico según la presente invención está caracterizada por que la unidad de procesador está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente:

- 20 e. determinar una curva de diferencia relativa para cada recipiente de vidrio caliente mediante restar dicha curva de referencia maestra respecto de dicha curva de relación de intensidad de cada recipiente de vidrio caliente y dividir el resultado por dicha curva de referencia maestra.

- 25 Mediante la determinación de la curva de diferencia relativa, puede analizarse la calidad de un recipiente de vidrio caliente y puede indicarse una posible causa de una deficiencia en el proceso de formación. De este modo, se puede ver fácilmente cuánto y dónde se desvía la curva de relación de intensidad del recipiente de vidrio caliente respecto de la curva de referencia maestra. Puede visualizarse la curva de diferencia relativa para cada estación de formación a efectos de mostrar la calidad de los recipientes de vidrio fabricados y de mostrar el rendimiento del proceso de formación. Cuando la calidad de un recipiente de vidrio producido es elevada, la curva de diferencia relativa será cero o despreciable.

Otra realización preferida del sistema analítico según la presente invención está caracterizada por que la unidad de procesador está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente:

- 30 f. comparar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente con una curva de tolerancia predeterminada;
- g. generar una señal de alarma si dicha curva de diferencia relativa excede dicha curva de tolerancia en por lo menos un punto.

- 35 De este modo, se puede determinar fácilmente si la calidad de los recipientes de vidrio producidos en una estación de formación es o no aceptable. La señal de alarma puede ser utilizada, por ejemplo, para rechazar recipientes de vidrio que tienen una calidad inaceptable. La curva de tolerancia puede ser constante o puede ser variable dependiendo de la posición del recipiente de vidrio.

Otra realización preferida del sistema analítico según la presente invención está caracterizada por que la unidad de procesador está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente:

- 40 h. enviar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente a la unidad de control de formación.

- 45 La unidad de procesador envía la curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio a la unidad de control de formación, y la unidad de control de formación, cuando procede, regula uno o varios parámetros del proceso. De este modo, una regulación automática de los parámetros del proceso es factible poco después de la detección de un error o de cualquier deficiencia detectable.

- 50 La unidad de medición puede ser sensible a cualquier longitud de onda a la que emita radiación el recipiente de vidrio caliente. Sin embargo, dado que la cantidad de radiación del vidrio del recipiente depende de la temperatura del vidrio y del grosor del vidrio para longitudes de onda menores que 3,0 micras, la medición será más precisa a longitudes de onda menores de 3,0 micras, especialmente cuando se analizan recipientes de vidrio relativamente gruesos. Por lo tanto, una realización preferida del sistema analítico según la presente invención está caracterizada por que la unidad de medición es sensible a longitudes de onda comprendidas entre 0,7 y 3,0 micras. Más específicamente, la unidad de medición comprende una cámara infrarroja de onda corta (SWIR, Short Wave Infra Red), por ejemplo una cámara SWIR de exploración de línea o de área, de 512 o 1024 píxeles.

La invención se explicará en mayor detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 muestra una vista esquemática de una máquina formadora y una realización del sistema analítico,

la figura 2a muestra una imagen de un recipiente de vidrio,

la figura 2b muestra las intensidades de radiación de línea para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1,

la figura 2c muestra una curva de relación de intensidad para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1,

5 la figura 2d muestra una curva de referencia maestra para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1,

la figura 2e muestra una curva de referencia maestra junto con la curva de relación de intensidad para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1, y

la figura 2f muestra una curva de diferencia relativa para el recipiente de vidrio mostrado en la figura 1.

10 La figura 1 muestra una realización del sistema en la que una máquina formadora 1 de recipientes de vidrio contiene seis secciones independientes S1, S2, ... S6, cada una de las cuales contiene dos estaciones de formación 2a y 2b. En un ciclo de fabricación, la máquina formadora 1 produce doce recipientes de vidrio 4. Dos gotas de vidrio fundido 5a y 5b son formadas al mismo tiempo mediante la unidad de alimentación 6 y son cargadas en los denominados
15 moldes preparadores 2a y 2b. Cada sección S1, S2,... S6 de la máquina formadora 1 de esta realización contiene dos moldes preparadores 2a y 2b en los que se forman pre-contenedores o preformas mediante prensado o soplado dependiendo del tipo de proceso (prensado-soplado o soplado-soplado). Las preformas formadas son transferidas a los denominados moldes de soplado 3a y 3b, donde las preformas son sopladas a la configuración final de los recipientes de vidrio 4. Los mecanismos de la máquina formadora 1 y la unidad de alimentación 6 están controlados por la unidad de control 7 mediante líneas 14 y 15, respectivamente. Los recipientes de vidrio 4 son transportados
20 mediante una cinta transportadora 13 a través de una unidad de medición 9 que toma imágenes de los recipientes de vidrio calientes 4 y envía estas imágenes a una unidad de procesador 10 a través de una línea 11. Aunque en esta realización se utiliza una unidad de medición 9, el número de unidades de medición 9 puede aumentar en función de las circunstancias y de la precisión a obtener. Sin embargo, incluso con una unidad de medición, la precisión obtenida es muy elevada.

25 La unidad de medición 9, una cámara de área en esta realización, es preferiblemente sensible a la radiación infrarroja de onda corta (SWIR). La imagen tomada por la cámara del recipiente de vidrio caliente 4 mostrado en la figura 2a contiene preferentemente 512 líneas de imagen, conteniendo preferentemente cada línea de imagen 200 píxeles.

30 La unidad de procesador 10 determina para cada recipiente de vidrio 4 la intensidad total, mediante sumar las intensidades de todos los píxeles en la imagen del contenedor. La intensidad total del contenedor mostrado en la figura 2a tiene un valor de 553. A continuación, la unidad de procesador 10 determina las intensidades de radiación de línea mediante una suma para cada línea de imagen, de las intensidades de la totalidad de los 200 píxeles. Las intensidades de radiación de línea pertenecientes a la imagen del recipiente de vidrio de la figura 2a se muestran en la figura 2b. A continuación, la unidad de procesador 10 determina la curva de relación de intensidad mediante dividir las intensidades de radiación de línea por la intensidad total, tal como se muestra a continuación:

$$I_{tot, s} = \sum I_{x,y, s} \quad (x=1, 2, \dots, 200, y=1, 2, \dots, 512)$$

$$I_{y, s} = \sum I_{x,y, s} \quad (x=1, 2, \dots, 200)$$

$$I_{relación, y, s} = (I_{y, s} / I_{tot, s}) * 100\%$$

35

Donde:

$I_{tot, s}$ = valor de intensidad total de una imagen del contenedor, originada en la estación s,

$I_{x, y, s}$ = valor de intensidad del píxel (x, y) de la imagen del contenedor, originada en la estación s, donde (y) representa una línea de imagen que contiene 200 píxeles (x), $x=1, \dots, 200$, $y=1, \dots, 512$, $s=1, \dots, 12$,

40 $I_{y, s}$ = el valor de la intensidad de la radiación para la línea de imagen (y) de una imagen de un contenedor, que se origina en la estación s,

$I_{relación, y, s}$ = el valor de la relación de intensidad para la línea de imagen (y) de una imagen de un contenedor, que se origina en la estación s,

45 Los valores de relación de intensidad se expresan en porcentajes, para mayor claridad. La curva de relación de intensidad representada en la figura 2c pertenece al recipiente de vidrio mostrado en la figura 2a. Obviamente, el orden en el que se producen estas etapas puede variarse siempre que se consigan los mismos resultados. Puede

verse que, por ejemplo, una atenuación α de la radiación recibida desde el recipiente de vidrio 4 provocada por un parámetro ambiental (por ejemplo, humo en el aire) no tiene influencia sobre la curva de relación de intensidad:

$$I_{relación, y, s} = (\alpha I_{y, s} / \alpha I_{tot, s}) * 100\% = (I_{y, s} / I_{tot, s}) * 100\%$$

- 5 A continuación, la unidad el procesador 10 determina una curva de referencia maestra mediante promediar curvas de relación de intensidad de una serie de recipientes de vidrio 4 procedentes de la totalidad de las estaciones de formación o de algunas de éstas seleccionadas. Esta curva de referencia maestra es única para el tipo de recipiente de vidrio fabricado.

Los valores de la curva de referencia maestra se obtienen tal como se muestra a continuación:

$$I_{referencia, y} = (\sum I_{relación, y, s}) / N$$

- 10 Donde:

$I_{referencia, y}$ = el valor de la curva de referencia maestra para la línea (y).

N = número de recipientes de vidrio 4 tenidos en cuenta

- 15 La curva de referencia maestra puede ser almacenada y utilizada posteriormente para reducir el tiempo necesario para poner en marcha la fabricación del recipiente específico 4 en la misma o en otra máquina formadora. La curva de referencia maestra correspondiente al tipo de recipiente en este ejemplo se muestra en la figura 2d. En la figura 2e, la curva de referencia maestra se muestra junto con la curva de relación de intensidad de la figura 2c.

La unidad de procesador 10 determina a continuación la curva de diferencia relativa mediante restar la curva de referencia maestra respecto de la curva de relación de intensidad, y dividir la diferencia por la curva de referencia maestra. Esto se muestra a continuación:

$$20 \quad \Delta I_{s, y} = (I_{relación, y, s} - I_{referencia, y}) / I_{referencia, y} * 100\%$$

Donde:

$\Delta I_{s, y}$ = valor diferencial relativo en la línea (y) de una imagen de recipiente originada en la estación (s).

- 25 La curva de diferencia relativa muestra cuánto y dónde se desvía la curva de relación de intensidad de un recipiente de vidrio respecto de la curva de referencia maestra. La unidad de procesador 10 puede presentar en un monitor conectado (no mostrado) para cada estación de formación, la curva de diferencia relativa a efectos de mostrar la calidad de los recipientes de vidrio fabricados en la estación de formación. En la figura 2f, se muestra la curva de diferencia relativa para el recipiente de vidrio de la figura 2a con la curva de relación de intensidad correspondiente mostrada en la figura 2c.

- 30 En el ejemplo específico, la curva de diferencia relativa de la figura 2f muestra una desviación positiva en la parte superior del recipiente y una desviación negativa en la parte inferior del recipiente, que indica demasiado vidrio en la parte superior del recipiente y demasiado poco vidrio en la parte inferior del recipiente. La curva de diferencia relativa será próxima cero en todos los puntos para recipientes de vidrio de alta calidad.

- 35 Posteriormente, la unidad de procesador 10 compara la curva de diferencia relativa con curvas de tolerancia predeterminadas y genera una señal de alarma si un valor diferencial relativo excede el valor de tolerancia correspondiente. Esto se muestra a continuación:

Alarma si:

$$\Delta I_{s, y} < I_{T-, y} \text{ ó } \Delta I_{s, y} > I_{T+, y}$$

Donde:

$I_{T-, y}$ = valor de tolerancia negativa para la línea (y);

- 40 $I_{T+, y}$ = valor de tolerancia positiva para la línea (y).

La señal de alarma puede utilizarse, por ejemplo, para rechazar recipientes de vidrio que tienen una calidad inaceptable. En la figura 2f los valores de tolerancia negativa están configurados a -30% y los valores de tolerancia positiva están configurados a +30%. En la figura 2f se genera una señal de alarma debido a que los valores diferenciales relativos para la línea 300 hasta la línea 380 exceden los valores de tolerancia positiva.

- 5 Para regular automáticamente el proceso de formación, la unidad de procesador 10 puede enviar la curva de diferencia relativa desde cada estación de formación a la unidad de control 7 sobre la línea 12. La unidad de control 7 regula los parámetros de proceso adecuados hasta que la curva de diferencia relativa para cada estación de formación es próxima a cero. Esto se consigue entonces sin la necesidad de tener un operador monitorizando continuamente el proceso.
- 10 La unidad de procesador 10 está sincronizada con la máquina formadora 1 y con la cinta transportadora 13, de tal modo que la unidad de procesador 10 sabe en qué estación de formación está originado cada recipiente de vidrio 4.

La realización descrita anteriormente está destinada exclusivamente a servir como ejemplo, y en modo alguno está destinada a limitar la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Un experto en la materia con el conocimiento de esta invención puede ser capaz de conseguir inmediatamente otras realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la monitorización de un proceso de formación de recipientes de vidrio, en el que dicho proceso de formación se lleva a cabo mediante una máquina formadora (1) que contiene múltiples secciones independientes S1, S2, ..., S6 que tienen cada una por lo menos una estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b) en la que se forman recipientes de vidrio (4), que comprende las etapas de medir radiación emitida mediante sucesivos recipientes de vidrio calientes (4) procedentes de las estaciones de formación (2a, 2b, 3a, 3b) inmediatamente a continuación de dicha máquina formadora (1) con una unidad de medición (9) sensible a la radiación emitida por los recipientes de vidrio calientes (4), en el que la unidad de medición (9) genera una imagen de cada recipiente de vidrio caliente (4) que se dispone dentro de un área de imagen asociada definida por un número finito de líneas de imagen, teniendo cada línea de imagen un número finito de píxeles, caracterizado por que dicho método comprende además las etapas siguientes para cada recipiente de vidrio (4) medido desde cada estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b):
 - a. determinar una intensidad de la radiación total para cada recipiente de vidrio (4) mediante sumar los valores de intensidad de todos los píxeles en todas las líneas de imagen para dicho recipiente de vidrio (4);
 - b. determinar una intensidad de radiación de línea para cada línea de imagen para cada recipiente de vidrio (4) mediante sumar los valores de intensidad de todos los píxeles en dicha línea de imagen para dicho recipiente de vidrio (4); y
 - c. determinar una curva de relación de intensidad para cada recipiente de vidrio (4) mediante dividir las intensidades de radiación de línea para cada línea de imagen de dicho recipiente de vidrio (4) por la intensidad de radiación total para dicho recipiente de vidrio (4), a efectos de compensar de ese modo cambios en la cantidad de radiación emitida por los recipientes de vidrio (4) resultantes de cambios en condiciones y parámetros a los que están sometidos los recipientes de vidrio (4) cuando son desplazados desde sus estaciones de formación a la unidad de medición (9).
2. Un método según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho método comprende además la etapa siguiente para generar una referencia, única para el tipo de recipiente a formar, con la que se compara cada recipiente de vidrio (4) procedente de cada estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b):
 - d. determinar una curva de referencia maestra mediante promediar puntos correspondientes de curvas de relación de intensidad sobre un número predeterminado de dichos recipientes de vidrio (4) que se originan desde la totalidad o un número seleccionado de estaciones de formación (2a, 2b, 3a, 3b).
3. Un método según la reivindicación (2), caracterizado por que dicho método comprende además la etapa siguiente para generar información sobre la diferencia entre los recipientes de vidrio (4) producidos en una estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b) con dicha curva de referencia maestra:
 - e. determinar una curva de diferencia relativa para cada recipiente de vidrio (4) procedente de la estación de formación mediante restar dicha curva de referencia maestra respecto de dicha curva de relación de intensidad y dividir el resultado por dicha curva de referencia maestra.
4. Un método según la reivindicación 3, caracterizado por que dicho método comprende además las etapas siguientes:
 - f. comparar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente (4) con curvas de tolerancia predeterminadas;
 - g. generar una señal de alarma si dicha curva de diferencia relativa excede dichas curvas de tolerancia en por lo menos un punto.
5. Un método según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado por que dicho método comprende además la etapa siguiente para controlar automáticamente el proceso de formación:
 - h. enviar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente (4) a una unidad de control (7) del proceso de formación.
6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha medición se produce para longitudes de onda comprendidas 0,7 y 3,0 micras.
7. Un sistema para monitorizar un proceso de formación de recipientes de vidrio, en el que dicho proceso de formación se lleva a cabo mediante una máquina formadora (1) que está controlada por una unidad de control (7) y que contiene múltiples secciones independientes que tienen cada una por lo menos una estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b) en la que se forman recipientes de vidrio (4), que comprende por lo menos una unidad de medición (9) sensible a la radiación emitida por sucesivos recipientes de vidrio calientes (4) procedentes de estaciones de formación (2a, 2b, 3a, 3b) inmediatamente a continuación de dicha máquina formadora (1), que genera imágenes de cada recipiente de vidrio caliente (4) dispuestas dentro de un área de imagen asociada definida por un número finito de líneas de imagen, teniendo cada línea de imagen un número finito de píxeles, y una unidad de procesador (10)

para proporcionar cálculos, comparaciones y comunicaciones con otras unidades, caracterizado por que dicha unidad de procesador (10) está programada además para llevar a cabo las etapas siguientes para cada recipiente de vidrio (4) medido procedente de cada estación de formación (2a, 2b, 3a, 3b):

- 5
 - a. determinar una intensidad de la radiación total para cada recipiente de vidrio (4) mediante sumar los valores de intensidad de todos los píxeles en todas las líneas de imagen para dicho recipiente de vidrio (4);
 - b. determinar una intensidad de radiación de línea para cada línea de imagen para cada recipiente de vidrio (4) mediante sumar los valores de intensidad de todos los píxeles en dicha línea de imagen para dicho recipiente de vidrio (4); y
 - c. determinar una curva de relación de intensidad para cada recipiente de vidrio (4) mediante dividir las intensidades de radiación de línea para cada línea de imagen de dicho recipiente de vidrio (4) por la intensidad de radiación total para dicho recipiente de vidrio (4), a efectos de compensar de ese modo cambios en la cantidad de radiación emitida por los recipientes de vidrio (4) resultantes de cambios en condiciones y parámetros a los que están sometidos los recipientes de vidrio (4) cuando son desplazados desde sus estaciones de formación (2a, 2b, 3a, 3b) a la unidad de medición (9).
- 10
- 15 8. Un sistema según la reivindicación 7, caracterizado por que dicha unidad de procesador (10) está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente:
 - d. determinar una curva de referencia maestra mediante promediar dichas curvas de relación de intensidad sobre un número predeterminado de dichos recipientes de vidrio (4) que se originan desde la totalidad o un número seleccionado de estaciones de formación (2a, 2b, 3a, 3b).
- 20 9. Un sistema según la reivindicación 8, caracterizado por que dicha unidad de procesador (10) está programada además para llevar a cabo las etapas siguientes:
 - e. determinar una curva de diferencia relativa para cada recipiente de vidrio caliente (4) mediante restar dicha curva de referencia maestra respecto de dicha curva de relación de intensidad de cada recipiente de vidrio caliente (4) y dividir el resultado por dicha curva de referencia maestra.
- 25 10. Un sistema según la reivindicación 9, caracterizado por que dicha unidad de procesador (10) está programada además para llevar a cabo las etapas siguientes:
 - f. comparar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente (4) con curvas de tolerancia predeterminadas.
 - g. generar una señal de alarma si dicha curva de diferencia relativa excede dichas curvas de tolerancia en por lo menos un punto.
- 30
11. Un sistema según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado por que dicha unidad de procesador (10) está programada además para llevar a cabo la etapa siguiente a efectos de controlar automáticamente el proceso de formación:
 - h. enviar dicha curva de diferencia relativa de cada recipiente de vidrio caliente (4) a dicha unidad de control (7).
- 35
12. Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado por que dicha unidad de medición (9) es sensible a longitudes de onda comprendidas entre 0,7 y 0,3 micras.
13. Un sistema según la reivindicación 12, caracterizado por que dicha unidad de medición (9) comprende una cámara infrarroja de onda corta (SWIR).

40

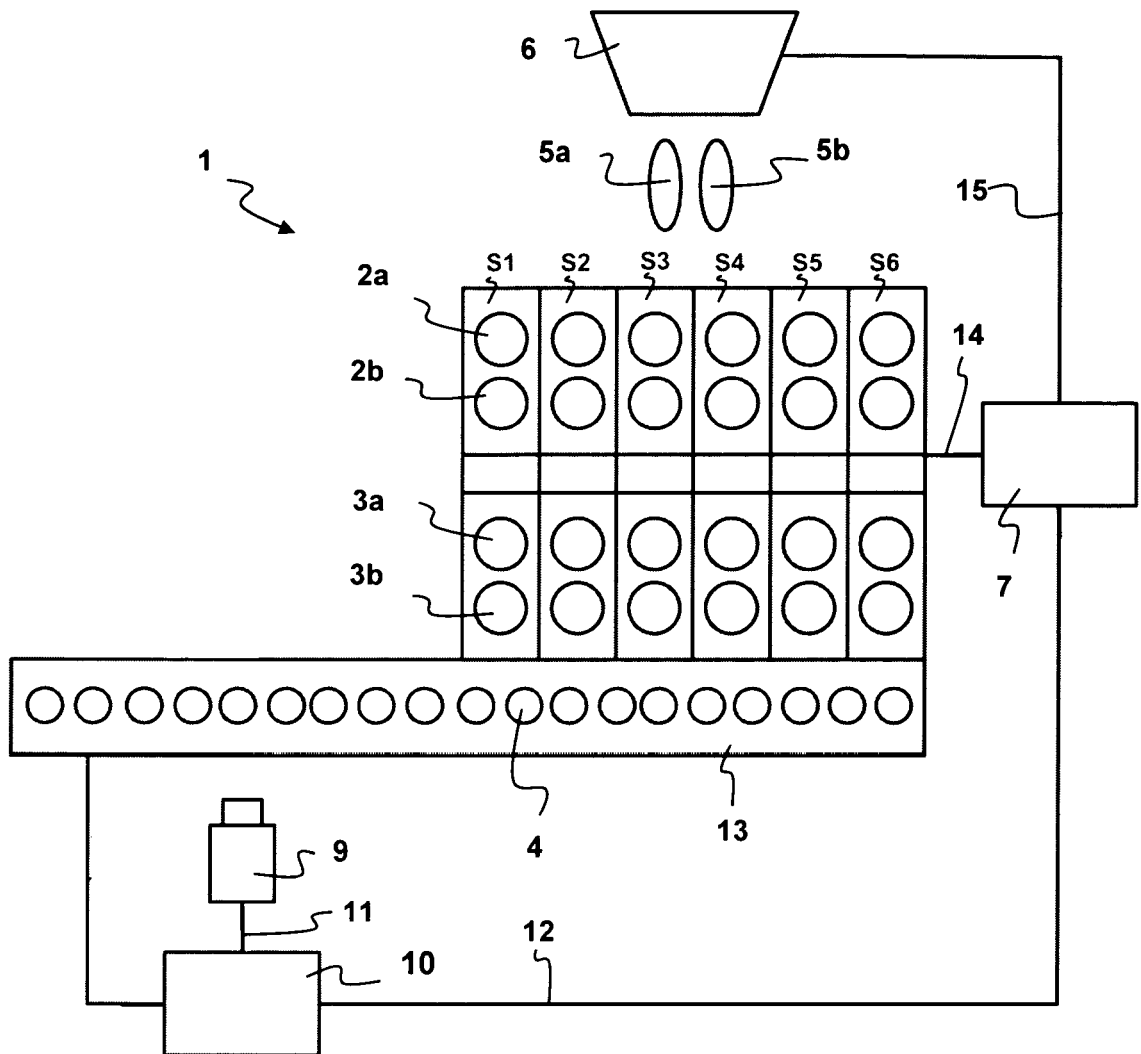


FIG. 1

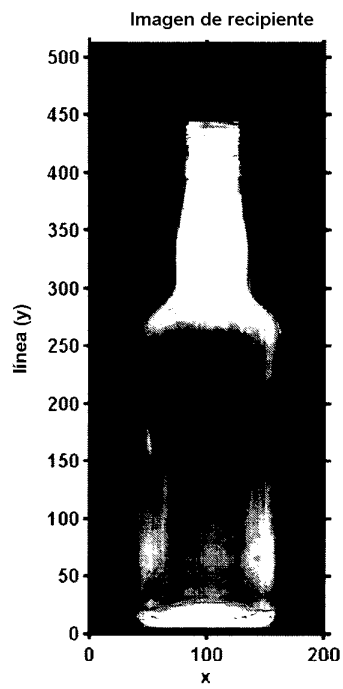


Fig. 2a

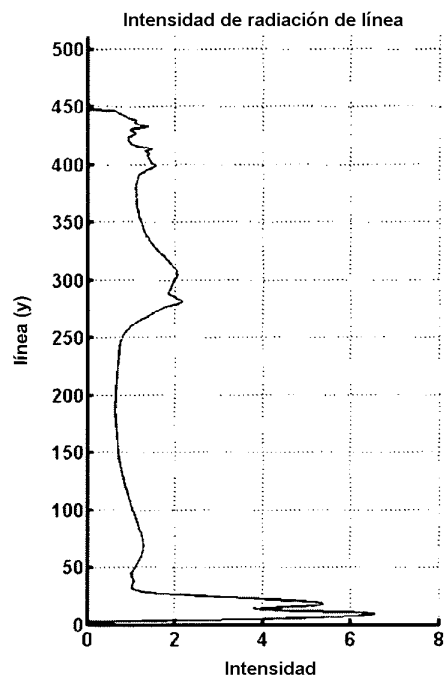


Fig. 2b

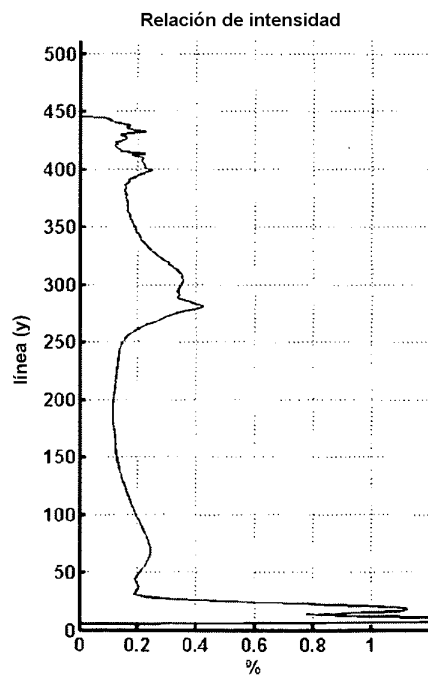


Fig. 2c

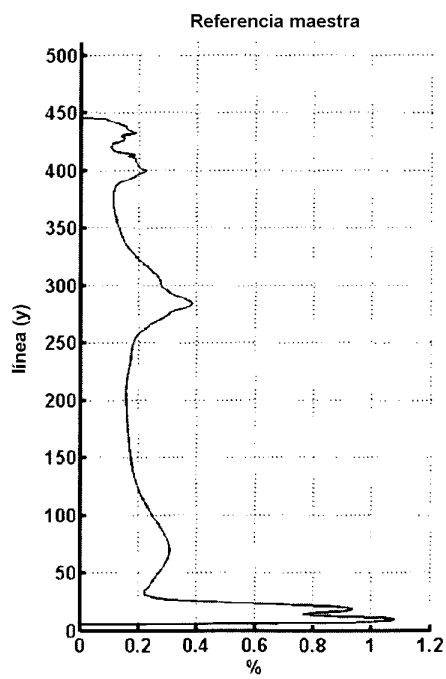


Fig. 2d

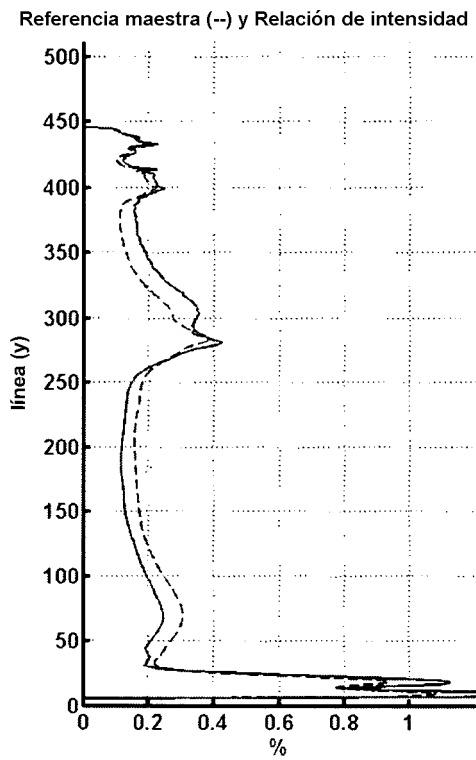


Fig. 2e

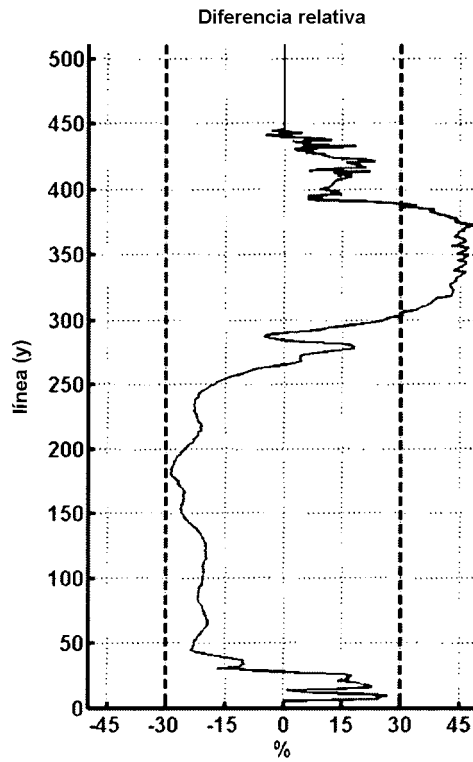


Fig. 2f