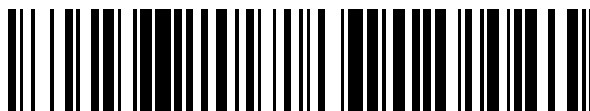


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 631**

51 Int. Cl.:

G01N 21/958 (2006.01)

G01N 21/90 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2013 PCT/FR2013/051740**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.01.2014 WO14016500**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2013 E 13756571 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 2875339**

54 Título: **Procedimiento e instalación para la detección en particular de defectos refractantes**

30 Prioridad:

23.07.2012 FR 1257117

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

15.03.2017

73 Titular/es:

**TIAMA (100.0%)
ZA des Plattes, 1 Chemin des Plattes
69390 Vourles, FR**

72 Inventor/es:

**COLLE, OLIVIER;
DROUET, FLORENCE y
LECONTE, MARC**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 605 631 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

Procedimiento e instalación para la detección en particular de defectos refractantes

5 La presente invención se refiere al campo técnico de la inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos como, por ejemplo, botellas o frascos, para determinar las características que presentan dichos recipientes con vistas a su control de calidad.

10 La presente invención pretende, en particular, inspeccionar unos recipientes con vistas a detectar eventuales defectos de los recipientes que presenten la característica de refractar o desviar la luz como, por ejemplo, los defectos de tipo pliegue, piel de naranja, rugoso, ondulado... A continuación en la descripción, dichos defectos se llamarán defectos refractantes o defectos de refracción.

15 En la fabricación industrial de recipientes de vidrio huecos mediante los procedimientos conocidos como el prensado-soplado y el soplado-soplado, es frecuente constatar que el espesor de vidrio varía localmente en la pared del recipiente, incluso para los artículos de geometría simple como las botellas cilíndricas. La superficie exterior, en contacto con el molde durante el conformado, adopta por lo general la forma deseada. Por ello, las variaciones de distribución del vidrio y, por lo tanto, de espesor de la pared se manifiestan en deformaciones de la superficie interior. Cuando estas variaciones son pequeñas, no son un inconveniente ni para la solidez ni para la estética de los recipientes. Por el contrario, un mal reparto del material provoca algunos aspectos estéticos a veces molestos, y más aun, algunos defectos por ausencia de vidrio en determinados lugares. Se considera que un buen reparto del vidrio es un reparto homogéneo del espesor, por lo tanto una superficie interna y una superficie externa casi paralelas por todo. En los métodos clásicos, un mal reparto del vidrio se caracteriza y se detecta mediante unas mediciones de espesor del vidrio, que son por lo general puntuales o localizadas.

25 En el estado de la técnica, se han propuesto diversas soluciones para detectar los defectos de refracción de la luz. Por ejemplo, la patente FR 2 794 241 ha propuesto una máquina adaptada para detectar los defectos de refracción sin tener que darle la vuelta al recipiente.

30 Esta máquina consta de un transportador diseñado para conducir los recipientes que hay que inspeccionar hasta una estación de inspección. La estación de inspección consta de una cámara situada en un lado del transportador y adaptada para captar una imagen del recipiente. La estación de inspección consta también de una fuente luminosa situada en el otro lado del transportador y asociada a unos medios para definir una intensidad luminosa con variación continua cíclica en el espacio entre los extremos de la zona oscura y de la zona clara de la fuente luminosa, con un ritmo de modificación que es inferior al que es necesario para una detección de defectos. Los defectos de refracción del recipiente, gracias al efecto de lente, presentan a la cámara unas partes de la fuente luminosa de forma comprimida. Esta imagen comprimida de la fuente luminosa con un ritmo de variación de intensidad muy incrementado mejora la detección de un defecto refractante al aumentar su contraste.

40 En la práctica, esta técnica no permite descubrir los defectos que refractan la luz que presentan un pequeño poder refractante.

45 Otra técnica conocida y, por ejemplo, descrita en la patente US 5 004 909 propone un dispositivo de inspección de las paredes de un recipiente que consta de una cámara que permite observar, a través de un recipiente que gira, un patrón luminoso compuesto por unas rayas alternas blancas y negras. Las deformaciones de las rayas blancas y negras se analizan para permitir detectar la presencia de un defecto que refracta la luz.

50 En la práctica, esta técnica resulta muy sensible al reparto del material constitutivo de los recipientes. En efecto, en caso de un reparto del vidrio heterogéneo pero aceptable, las refracciones provocadas por las pendientes de la superficie interna tienen como efecto deformar los patrones, de modo que se vuelve casi imposible reconocerlos, medirlos y analizarlos en las imágenes. Por consiguiente, para dichas producciones, no resulta posible distinguir los defectos refractantes de los recipientes de las irregularidades del espesor de la pared de los recipientes.

55 También se conoce de la solicitud de patente FR 2 907 553 un procedimiento y un dispositivo que consta de una fuente luminosa dirigida para producir un primer tipo de iluminación homogénea y un segundo tipo de iluminación formada por zonas oscuras y por zonas claras alternas con una variación espacial discontinua. Este dispositivo consta también de unos medios de captura de imágenes de los objetos iluminados por el primer tipo de iluminación y por el segundo tipo de iluminación con vistas a detectar respectivamente los defectos de fuerte contraste y los defectos de bajo contraste.

60 Aunque dicho dispositivo permite detectar dos tipos de defectos con una única fuente, este dispositivo difícilmente permite detectar algunos tipos de defectos refractantes a causa principalmente de que capta una única imagen con el segundo tipo de iluminación. En efecto, los defectos de fuerte contraste se detectan con la fuente de luz uniforme. Además, los defectos de bajo contraste se detectan con la única imagen obtenida cuando la fuente presenta unas rayas alternas negras y blancas con unos bordes definidos y por lo tanto una variación discontinua. En esta imagen se analizan las deformaciones de los bordes definidos del patrón de rayas así como los contrastes locales

producidos por los defectos refractantes. Cuando el recipiente tiene unas variaciones de espesor y, por lo tanto, un reparto incorrecto del vidrio, las deformaciones del patrón son importantes y ya no permiten detectar de forma eficaz los defectos de bajo contraste.

5 La solicitud de patente FR 2 958 040 describe un método y una instalación para detectar la presencia y la altura de los defectos en un componente óptico que consiste en producir un patrón periódico luminoso que se transmite a través del componente óptico, en adquirir sucesivamente en transmisión, a través del componente, unas imágenes del patrón periódico desplazado en fase en cada adquisición, en calcular unas imágenes de fase a partir de estas imágenes sucesivas y en analizar dichas imágenes de fase para deducir de estas la presencia de defectos.

10 En la práctica, esta técnica no está adaptada para la inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos que se mueven a gran velocidad entre una fuente luminosa y un sistema, ya que necesita la detención prolongada de los objetos inspeccionados para permitir la adquisición de varias imágenes.

15 La presente invención pretende, por lo tanto, resolver los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo una nueva técnica de inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos, adaptada para detectar al menos los defectos que refractan la luz, con independencia de la homogeneidad de reparto del material.

20 Otro objeto de la invención es proponer un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 que permite inspeccionar los recipientes que se mueven en línea a una velocidad elevada, con vistas a detectar, con una gran fiabilidad, al menos los defectos que refractan la luz pero también al menos determinar la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.

25 Para conseguir dicho objetivo, el procedimiento de acuerdo con la invención pretende la inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos que se mueven siguiendo una trayectoria determinada F_1 a gran velocidad entre una fuente luminosa y un sistema de captura de imágenes de los recipientes y de análisis de las imágenes captadas, con el fin de determinar las características de los recipientes.

De acuerdo con la invención:

- 30
- se ilumina cada recipiente que se mueve a gran velocidad con la fuente luminosa que presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo T_1 en al menos una primera dirección de variación;
 - se capta para cada recipiente un número N superior o igual a tres imágenes del recipiente que se mueve delante de la fuente luminosa y que ocupa respectivamente N posiciones diferentes a lo largo de la trayectoria de movimiento;
 - entre cada imagen captada se crea un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en una dirección de variación del patrón periódico;
 - se determina y se aplica una transformación geométrica, en al menos $N-1$ imágenes de un mismo recipiente, para al menos un conjunto de puntos que pertenecen al recipiente, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas de un mismo recipiente;
 - se construye para cada recipiente, a partir de las N imágenes registradas del recipiente, una imagen de fase;
 - se analiza la imagen de fase con el fin de deducir de esta, en calidad de característica del recipiente, al menos la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.

45 Por imagen de fase, se designa a continuación en la descripción una imagen, es decir, una tabla bidimensional de valores de píxeles, expresando dichos valores la fase de la variación de nivel de gris de un píxel entre las N imágenes sucesivas. La desviación de la luz por los recipientes atravesados, de acuerdo con el efecto de refracción, provoca un desfase de dicha fase. La imagen de fase contiene, por lo tanto, una información que cuantifica el poder refractante de los recipientes atravesados.

50

Del mismo modo, por imagen de intensidad se designa a continuación en la descripción una imagen, es decir una tabla bidimensional de valores de píxeles, expresando dichos valores un valor de intensidad de luz. La imagen de intensidad de luz contiene una información que cuantifica la absorción por los recipientes atravesados, en función de su naturaleza y color.

55

Por supuesto en la realidad, la refracción puede tener un efecto en una imagen de intensidad, pero este efecto no se puede medir con precisión.

60 Una ventaja que ofrece la presente intención es que permite caracterizar el reparto del material de los recipientes, mediante la distribución y la intensidad de las refracciones producidas por el no paralelismo de la cara interna y de la cara externa de la pared, dicho de otro modo, por los efectos de prismas inducidos, o incluso de manera más precisa por las pendientes entre las dos superficies, interna y externa, de los recipientes.

65 El procedimiento de inspección de acuerdo con la invención consta también de una y/o de otra de las siguientes características adicionales combinadas:

- construir para cada recipiente, a partir de las N imágenes registradas del recipiente, una imagen de intensidad y analizar la imagen de intensidad con el fin de deducir de esta, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que absorbe la luz y/o sus dimensiones;
- para analizar la imagen de fase, determinar la velocidad y/o la amplitud de variación y comparar dichas velocidades y/o amplitudes con unos umbrales con el fin de determinar la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente;
- para una variante de realización:
 - iluminar cada recipiente que hay que inspeccionar por medio de una fuente luminosa que presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo T_2 en una segunda dirección de variación diferente a la primera dirección de variación;
 - captar para cada recipiente un número N superior o igual a tres imágenes adicionales del objeto que se mueve delante de la fuente luminosa, y que ocupa respectivamente N posiciones diferentes a lo largo de la trayectoria de movimiento;
 - entre cada captura de imagen, crear un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en la segunda dirección de variación del patrón periódico de periodo T_2 ;
 - construir para cada recipiente, a partir de las N imágenes registradas del objeto, una segunda imagen de fase;
 - analizar la segunda imagen de fase para determinar, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente,
- seleccionar el periodo T_1 , T_2 del patrón periódico y la incidencia de la captura de imágenes de manera que los desfases relativos del recipiente y del patrón periódico en la dirección de variación del patrón periódico sean unas fracciones iguales del periodo del patrón considerado;
- realizar el desfase relativo entre el patrón periódico y los recipientes, mediante el movimiento de los recipientes en relación con el patrón periódico que se mantiene fijo;
- realizar el desfase relativo entre el patrón periódico y los recipientes, garantizando el desfase del patrón periódico entre cada captura de imagen;
- disparar la captura de imágenes y/o el desfase del patrón de iluminación en función de la posición de los recipientes en movimiento con respecto al sistema de captura de imágenes de manera que se obtengan unos desfases predefinidos;
- seleccionar un patrón periódico que presenta en la dirección de variación una función sinusoidal del nivel de luz emitida;
- posicionar el patrón periódico de modo que intervenga una variación de intensidad luminosa en al menos una dirección paralela a la dirección de movimiento de los recipientes;
- seleccionar un patrón periódico rectilíneo.

El procedimiento de acuerdo con la invención consiste también en construir, para cada recipiente, a partir de las N imágenes registradas del recipiente, una imagen denominada de intensidad, y en analizar la imagen de intensidad con el fin de deducir de esta, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que absorbe la luz y/o sus dimensiones. Para calcular la imagen de intensidad, es necesario para cada punto que pertenece al recipiente tomar en consideración los N valores de niveles de gris del píxel que coinciden en cada una de las N imágenes registradas, y a continuación determinar una intensidad resultante tomando por ejemplo el máximo y, de preferencia la suma o la media de los N valores. La intensidad en la imagen así obtenida depende principalmente de la absorción de luz por el recipiente. De este modo, se determinan correctamente los defectos que absorben la luz como las inclusiones y la suciedad. Esta imagen de intensidad es equivalente a la imagen que se obtendría con una fuente luminosa uniforme, es decir sin patrón periódico, tal como se utiliza tradicionalmente para el control de los recipientes transparentes. De este modo, la invención permite determinar de manera óptima las características ligadas a la refracción mediante el análisis de la imagen de fase, y las características ligadas a la absorción mediante el análisis de la imagen de intensidad.

Otro objeto de la invención es proponer una instalación de inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos de acuerdo con la reivindicación 12 con el fin de determinar las características de los recipientes y que comprende un medio de transporte de los recipientes que se mueven a través de una estación de inspección compuesta por al menos una fuente luminosa dispuesta en un lado de los recipientes en movimiento, y por al menos un sistema de captura de imágenes de los recipientes dispuesto en el otro lado de los recipientes, y por una unidad de análisis de las imágenes captadas.

De acuerdo con la invención:

- la fuente luminosa presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo T_1 en al menos una primera dirección de variación;
- el sistema de captura de imágenes es capaz de realizar un número N superior o igual a tres imágenes de cada recipiente colocado delante de la fuente luminosa, creándose entre cada adquisición de imagen, un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en una dirección de variación del patrón periódico;
- la unidad de control y de tratamiento consta de:

- unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;
- unos medios de cálculo de al menos una imagen de fase a partir de N imágenes registradas del recipiente;
- unos medios de análisis de las imágenes de fase para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.

La instalación de inspección de acuerdo con la invención consta también de una y/o de otra de las siguientes características adicionales combinadas:

- la unidad de control y de tratamiento consta también de unos medios de cálculo de al menos una imagen de intensidad a partir de N imágenes registradas del recipiente, procedentes del primer sistema de captura de imágenes, y de unos medios de análisis de las imágenes de intensidad para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que absorbe la luz, y/o sus dimensiones;
- para la detección de un defecto que modifica el estado de polarización de la luz, la instalación de inspección consta de:
 - un filtro interpuesto entre los recipientes y la fuente luminosa, que polariza la luz linealmente en una primera dirección de polarización o de manera circular en un primer sentido de rotación de polarización;
 - un segundo sistema de captura de imágenes capaz de realizar un número N superior o igual a tres imágenes de cada recipiente colocado delante de la fuente luminosa;
 - un filtro interpuesto entre los recipientes y el segundo sistema de captura de imágenes, que polariza la luz linealmente en la dirección de polarización ortogonal a la primera o de manera circular en el sentido de rotación de polarización contrario al primero;
- una unidad de control y de tratamiento que consta de:
 - unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;
 - unos medios de cálculo de al menos una imagen de intensidad a partir de N imágenes registradas del recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes;
 - unos medios de análisis de la imagen de intensidad para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente, la presencia de un defecto que modifica el estado de polarización de la luz,
- el patrón periódico de la fuente luminosa se fija de modo que el desfase relativo entre el patrón periódico y los recipientes se realiza mediante el movimiento de los recipientes en relación con el patrón periódico;
- el patrón periódico de la fuente luminosa se desplaza en fase entre cada captura de imagen para realizar el desfase relativo entre el patrón periódico y los recipientes;
- el patrón periódico de la fuente luminosa se posiciona de modo que una variación de intensidad luminosa intervenga en al menos una dirección paralela a la dirección del movimiento de los recipientes;
- la fuente luminosa es capaz de presentar un patrón periódico que presenta en su dirección de variación una función sinusoidal del nivel de luz emitida;
- el sistema de captura de imágenes está asociado a unos medios de sincronización con el fin de dispararlos en función de la posición relativa de los recipientes con respecto al patrón periódico de la fuente luminosa;
- la unidad de control y de tratamiento controla la fuente luminosa de manera que el patrón luminoso periódico se desplace en fase en una dirección dada para cada captura.

Se muestran otras diversas características en la descripción que viene a continuación en referencia a los dibujos adjuntos que muestran, a título de ejemplos no limitativos, unas formas de realización del objeto de la invención.

La **figura 1** es una vista desde arriba de una máquina de inspección que implementa el procedimiento conforme con la invención.

Las **figuras 2 a 4** son unas vistas en planta de unas fuentes luminosas conformes con la invención que presentan unas variaciones de intensidad luminosa respectivamente vertical, inclinada y horizontal.

Las **figuras 5 a 7** son unos ejemplos de imágenes captadas sucesivamente por una fuente luminosa con patrón periódico fijo, a través de un recipiente que se desplaza linealmente.

La **figura 8** muestra un ejemplo de tres imágenes en las cuales se aplica una operación de registro.

La **figura 9A** es un ejemplo de una imagen de fase desplegada y a continuación derivada que permite la constatación de un defecto que refracta la luz.

La **figura 9B** muestra los valores de la señal de la imagen ilustrada en la **figura 9B** y tomados en la columna de la imagen representada con la referencia **14**.

La **figura 9C** muestra el resultado del tratamiento de la señal ilustrado en la **figura 9B** mediante un filtro de paso alto.

Tal como se deduce de la **figura 1**, la máquina de inspección **1** de acuerdo con la invención consta de un medio de transporte **2** de recipientes transparentes o traslúcidos **3** de acuerdo con una trayectoria determinada por la flecha **F1**, esto es una dirección de desplazamiento horizontal lineal en el ejemplo ilustrado. Los recipientes **3** se transportan en posición vertical o de pie a gran velocidad, es decir tradicionalmente entre 50 y 600 artículos por minuto, es decir a una velocidad de transporte que puede alcanzar 1,2 m/s. De este modo, los recipientes **3** se ven obligados a moverse uno tras otro a gran velocidad delante de una estación de inspección **5**.

La estación de inspección **5** consta al menos de una fuente luminosa **7** dispuesta en un lado del medio de transporte **2** y, de acuerdo con una primera forma de realización, al menos de un sistema **9** de captura de imágenes de los recipientes dispuesto en el otro lado del medio de transporte **2**. De este modo, tal como se muestra de manera más precisa en la **figura 1**, cada recipiente **3** se ve obligado a moverse durante su transporte entre la fuente luminosa **7** y el sistema **9** que capta las imágenes de los recipientes **3** en asociación con la fuente luminosa **7**.

El sistema de captura de imágenes **9** consta al menos de una cámara **11** provista de un objetivo **12** y conectada a una unidad **13** de control y de tratamiento de las imágenes captadas. La unidad de control y de tratamiento **13** garantiza la captura y el análisis de las imágenes de los recipientes con vistas a deducir de estas al menos una característica de los recipientes. Como se explicará con más detalle a continuación en la descripción, esta unidad de control y de tratamiento **13** permite deducir, en calidad de característica de los recipientes, la presencia de un defecto que refracta la luz y/o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.

De manera ventajosa, la cámara **11** está adaptada para captar unas imágenes de un recipiente **3** en toda su altura. Con esta finalidad, la fuente luminosa **7** consta de una superficie emisora de luz, con una extensión suficiente para retroiluminar al menos una parte del campo observado que corresponde a la zona del recipiente que hay que inspeccionar y, en particular, la pared del recipiente en toda su altura. Hay que señalar que la estación de inspección **5** puede constar de varios sistemas de captura de imágenes combinados con unas fuentes luminosas para permitir una inspección en toda o parte de la circunferencia de los recipientes durante su movimiento delante de la estación de inspección **5**.

De acuerdo con una característica del objeto de la invención, la fuente luminosa **7** presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico **7₁** adaptado para transmitirse a través del recipiente **3**. De este modo, el patrón luminoso periódico **7₁** se ve, por lo tanto, a través del recipiente **3**, por transmisión. La fuente luminosa **7** presenta un patrón de intensidad luminosa periódico, de periodo **T₁**, en al menos una primera dirección de variación **D**. El patrón luminoso periódico **7₁** de la fuente luminosa como se ilustra, por ejemplo, en las **figuras 2 a 4**, corresponde a una variación espacial de la intensidad luminosa emitida. De este modo, diferentes puntos de la fuente luminosa **7** emiten más o menos luz.

La variación de intensidad luminosa (o el contraste global) de la fuente luminosa **7** se puede extender desde un nivel oscuro hasta un nivel claro de luz determinado, en al menos la primera dirección de variación. Esta variación de intensidad luminosa en esta primera dirección es una función periódica, por ejemplo casi sinusoidal y, de preferencia, sinusoidal. Se puede utilizar una función periódica no sinusoidal, aunque esto presenta como inconveniente que hace más complejo el cálculo de fase y/o que necesita la adquisición de un mayor número **N** de imágenes, y por consiguiente, hace más cara la utilización de la invención para inspeccionar en línea unos recipientes transparentes o traslúcidos en movimiento.

De acuerdo con una característica preferente de realización, el patrón periódico **7** presenta, en la dirección de variación **D**, una variación de intensidad luminosa sinusoidal. Por ejemplo, como se ilustra en las **figuras 4 y 5**, al ser la dirección **D** horizontal paralela al eje **x**, los valores de intensidad o de luminosidad de la fuente según la dirección **x** varían entre un mínimo $L_0 - A$ y un máximo $L_0 + A$ según una fórmula:

$$A \text{ y un máximo } L_0 + A \text{ según una fórmula } L(x) = L_0 + A \text{ seno}(\omega \cdot x + \varphi)$$

en la que:

$L(x)$ es la intensidad de luz emitida para la abscisa x ;
 L_0 es la intensidad media;
 A es la amplitud de variación;
 ω es la pulsación;
 φ es la fase en $x = 0$.

En los ejemplos ilustrados en las **figuras 2, 3 y 4**, el patrón luminoso periódico **7₁** presenta una estructura de franjas luminosas rectilíneas. En las **figuras 2 y 4**, la fuente luminosa **7** presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con el patrón periódico, máxima en la dirección **D** y nula en la dirección perpendicular de extensión de las franjas luminosas rectilíneas. De acuerdo con estos ejemplos de realización, el patrón periódico presenta una variación de intensidad luminosa sinusoidal en la dirección de variación **D**. De este modo, la fuente de luz **7** consta de un patrón de intensidad luminosa **7₁** constituido por una sucesión de líneas o de franjas rectilíneas alternas claras y oscuras.

A continuación en la descripción, la dirección de variación **D** de la intensidad luminosa se considera con respecto a la dirección horizontal y la dirección vertical tomadas en un sistema de referencia (0, x, y). En el ejemplo ilustrado en la **figura 2**, la dirección de variación **D** de la intensidad luminosa de la fuente luminosa **7** corresponde a la variación máxima de la intensidad luminosa que es vertical (eje y) de modo que en la dirección horizontal (eje x), la intensidad luminosa de la fuente luminosa es constante. En el ejemplo ilustrado en la **figura 3**, la dirección de variación **D** de la intensidad luminosa de la fuente luminosa **7** se representa paralela con respecto a la dirección horizontal (eje x). La dirección de la variación máxima de la intensidad luminosa de la fuente luminosa forma un ángulo de inclinación a con respecto a la horizontal (eje x). En el ejemplo ilustrado en la **figura 4**, la dirección de variación **D** de la intensidad luminosa de la fuente luminosa **7** se representa paralela al eje x de modo que en la dirección vertical (eje y), la intensidad luminosa de la fuente luminosa **7** es constante.

De acuerdo con los ejemplos ilustrados en las **figuras 2 a 4**, la fuente luminosa **7** presenta una red de franjas luminosas paralelas a una única dirección. Hay que señalar que se puede considerar que la fuente luminosa **7** presente unas franjas en varias direcciones. De este modo, el patrón luminoso **7** puede presentar unas franjas de formas diferentes como unas formas curvas, en círculos concéntricos, en espigas, etc. Estas complicaciones del patrón luminoso presentan un interés para adaptar la sensibilidad de la detección en las diferentes zonas del objeto, considerando que la detección es anisotrópica a causa de la orientación del patrón.

La fuente luminosa **7** se selecciona esencialmente en función de la naturaleza de las características del recipiente que hay que determinar y en función de la forma de los recipientes, como se entenderá a continuación en la descripción.

De acuerdo con una característica ventajosa de la invención, hay que señalar que la estación de inspección **5** puede constar de varias fuentes luminosas **7** que constan de unos patrones periódicos que presentan unas variaciones de intensidad luminosa que se establecen en diferentes direcciones.

La unidad de control y de tratamiento **13** dirige la cámara **11** de manera que realice para cada recipiente **3** colocado delante de la fuente luminosa **7**, un número **N** de imágenes superior o igual a tres. Para cada imagen captada, el recipiente **3** ocupa una posición diferente a lo largo de la trayectoria de movimiento **F₁**. Teniendo en cuenta el movimiento continuo de los recipientes **3** delante de la cámara **11**, la adquisición de imágenes sucesivas por la cámara se realiza mientras el recipiente **3** ocupa diferentes posiciones en su trayectoria de movimiento **F₁**.

De acuerdo con una característica de la invención, entre cada adquisición de imagen, se crea un desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** en una dirección de variación **D** del patrón periódico **7₁**. Como se explicará a continuación en la descripción, no es obligatorio que el desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** sea perpendicular a las franjas.

De acuerdo con una primera variante de realización, ilustrada de manera más precisa en las **figuras 5 a 7**, el desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** se realiza mediante el movimiento de los recipientes **3** delante del patrón periódico **7₁** que se mantiene fijo. De acuerdo con este ejemplo preferente de realización, el desplazamiento natural de los recipientes **3** mediante el medio de transporte **2** se aprovecha para crear entre cada captura de imagen, un desfase espacial relativo en la dirección del patrón periódico, entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** de la fuente luminosa **7**.

En el ejemplo ilustrado en las **figuras 5 a 7**, el patrón luminoso periódico **7₁** utilizado es el descrito en la **figura 4**. El patrón periódico **7₁** se posiciona con respecto al recipiente **3** de manera que presente una dirección de variación de la intensidad luminosa del patrón luminoso **7₁**, paralela a la dirección de desplazamiento **F₁** del recipiente **3**. En el ejemplo ilustrado en las **figuras 5 a 7**, el desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** se considera horizontal, dado que la trayectoria de desplazamiento de los recipientes **3** se considera como horizontal al establecerse en la dirección de variación **D** del patrón periódico **7₁**. Las **figuras 5 a 7** muestran tres imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** consideradas sucesivamente de un mismo recipiente durante su desplazamiento delante de la estación de inspección **5**. En las **figuras 5 a 7**, el recipiente **3** se representa por su contorno o su envolvente **C**.

El análisis comparativo de las imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** respectivamente de las **figuras 5 a 7** conduce a constatar que el recipiente **3** se desplaza en fase en la dirección de desplazamiento **F₁** del recipiente, de una imagen a otra delante del patrón periódico **7₁** que se mantiene fijo. En efecto, el contorno **C** del recipiente **3** se ha desplazado en fase (hacia la derecha) en las tres imágenes sucesivas de las **figuras 5 a 7** teniendo en cuenta el sentido de desplazamiento **F₁** del recipiente.

Hay que pensar que se puede contemplar utilizar, mientras el recipiente **3** se desplaza en la trayectoria de desplazamiento horizontal, una fuente luminosa **7** con un patrón periódico **7₁** diferente del de la ilustrada en la **figura 4**. De este modo, se puede prever utilizar una fuente luminosa **7** como se ilustra en la **figura 3**. De acuerdo también con este ejemplo, el patrón periódico **7₁** se posiciona con respecto al recipiente **3** de manera que presente una dirección de variación **D** de la intensidad luminosa del patrón luminoso **7₁** paralela con respecto a la dirección de desplazamiento **F₁** del recipiente **3**. De este modo, se crea entre cada captura de imagen, un desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico en la dirección de variación **D** del patrón periódico ilustrado en la **figura 3**.

- Por el contrario, la fuente luminosa **7** ilustrada en la **figura 2** no se puede utilizar si dicha fuente luminosa es fija mientras el recipiente se desplaza en la dirección de desplazamiento **F₁**. No existe entre cada captura de imágenes, un desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** en una dirección de variación del patrón periódico. En efecto, la fuente luminosa **7** ilustrada en la **figura 2** tiene una intensidad luminosa constante en la dirección de desplazamiento **F₁** del recipiente **3**. Por lo tanto, debe considerarse que el patrón periódico **7₁** de la fuente luminosa se posiciona de manera que, en la dirección de movimiento de los recipientes **3**, el patrón luminoso periódico **7₁** tenga una variación de intensidad luminosa periódica.
- De acuerdo con una segunda variante de realización, el desfase relativo entre el recipiente **3** y el patrón periódico **7₁** se crea en una dirección de variación del patrón periódico, mediante el desfase del patrón periódico **7₁** entre cada captura de imagen, y mediante el movimiento de los recipientes **3** delante el patrón periódico **7₁**. De acuerdo con esta segunda variante de realización el recipiente **3** se desplaza en traslación delante de la fuente luminosa y el patrón periódico **7₁** se desplaza en fase entre cada captura de imagen.
- En el caso de que el desplazamiento del patrón periódico **7₁** se realice en una dirección horizontal (eje x), se puede utilizar la fuente luminosa ilustrada en la **figura 3**. La fuente luminosa ilustrada en la **figura 3** se puede utilizar con un desfase del patrón periódico, en el eje x o en el eje y.
- Por supuesto, se puede contemplar desplazar el patrón periódico **7₁** en una dirección de desplazamiento diferente del eje horizontal de modo que se pueda utilizar la fuente luminosa **7** ilustrada en la **figura 2**. De este modo, la fuente luminosa **7** ilustrada en la **figura 2** se puede utilizar en el caso de que la dirección de desplazamiento **F₂** del patrón luminoso **7₁** se efectúe en la dirección vertical (eje y), es decir paralelo a la dirección de variación del patrón periódico.
- El desfase del patrón periódico de la fuente luminosa **7** se puede realizar de cualquier manera apropiada. De este modo, se prevé controlar unas fuentes puntuales de iluminación, como unos diodos electroluminiscentes. Del mismo modo, se puede utilizar una pantalla de tipo LCD colocada delante de una fuente luminosa uniforme y en la que se genera el patrón luminoso periódico **7₁**, o bien un proyector de vídeo puede iluminar o retroiluminar una pantalla.
- La unidad de control y de tratamiento **13** adquiere en transmisión, a través de cada recipiente **3** y por medio de la cámara **11**, al menos tres y de preferencia cinco imágenes del recipiente que presentan entre cada una de ellas un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico, en una dirección de variación **D** del patrón periódico. De este modo, para cada recipiente **3**, la unidad de control y de tratamiento **13** dispone de al menos tres imágenes en las que el patrón periódico **7₁** se desplaza en fase con respecto al recipiente.
- La unidad de control y de tratamiento determina y aplica una transformación geométrica, en estas al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente, para al menos un conjunto de puntos que pertenecen al recipiente, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas de un mismo recipiente.
- La unidad de control y de tratamiento **13** construye entonces para cada recipiente **3** a partir de las N imágenes de este recipiente **3**, una única imagen de fase de conformidad, por ejemplo, con la patente EP 1980 843. Por supuesto, el cálculo de una imagen de fase, para cada recipiente **3**, a partir de N imágenes del recipiente se puede realizar por medio de diversas técnicas.
- Para calcular la imagen de fase del recipiente, es necesario para cada punto que pertenece al recipiente tomar en consideración los N valores del píxel que coinciden en cada una de las N imágenes (por ejemplo, si N = 3, **I₁**, **I₂** e **I₃**) y a continuación determinar la fase de al menos cada punto del recipiente a partir de los N valores de niveles de grises captados en las N imágenes, modificándose dichos valores mediante el desfase relativo del patrón periódico y del recipiente, y dependiendo los valores de fases calculados de las desviaciones o refracciones del radio óptico procedente del punto del recipiente considerado.
- Hay que señalar que en la medida en que el recipiente **3** es móvil y que el campo de la cámara es constante durante las N capturas de imagen, el recipiente **3** está situado en diferentes posiciones en las N imágenes captadas de forma sucesiva y, por lo tanto, desplazado en fase debido al movimiento de los artículos dentro del campo. Para cada punto del recipiente, con el fin de obtener los N valores de píxel captados en las N imágenes, conviene hacer que coincidan dichos píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas. El objeto de la invención pretende, por lo tanto, en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente, localizar el recipiente o su contorno **C**, determinar y a continuación aplicar una transformación geométrica con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas de un mismo recipiente.
- La **figura 8** ilustra un ejemplo que permite ilustrar el registro o la coincidencia de los píxeles que pertenecen a un mismo recipiente en tres imágenes sucesivas **I₁**, **I₂**, **I₃**. El análisis comparativo de las tres imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** representadas en la parte izquierda de la **figura 8** permite constatar que el contorno **C** del recipiente o que un mismo punto **P** del recipiente se ha desplazado en fase en las imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** hacia la derecha. Dicho de otro modo, las coordenadas del punto **P** en las imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** son diferentes.

La parte derecha de la **figura 8** muestra las tres imágenes después de la operación de registro **R** o de coincidencia de los píxeles que pertenecen al recipiente. Esta operación permite el centrado del contorno **C** y, por consiguiente, del punto **P** en las tres imágenes **I₁**, **I₂**, **I₃** en las que las coordenadas del punto **P** son idénticas.

5 De este modo, la unidad de control y de tratamiento **13** consta de unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas de un mismo recipiente.

10 Una vez efectuado este registro, para cada punto del recipiente, se conoce la variación de su nivel de gris en las N imágenes y corresponde al desfase relativo del patrón. Por lo tanto, se puede calcular la fase de cada punto del recipiente. Dicha transformación geométrica comprende al menos una traslación. Dicha transformación geométrica se puede determinar, o bien calcular para cada imagen a partir de la localización de los recipientes en las imágenes.

15 Dicha transformación geométrica se puede aplicar a una imagen I entera, a una zona rectangular o no y que engloba la imagen del recipiente o bien incluso únicamente a los píxeles que pertenecen al recipiente, es decir a la zona de imagen definida por el contorno **C** del recipiente como en las **figuras 5 a 7**.

20 Una solución para garantizar el registro de las imágenes es calcular mediante calibración, en caso de que se conozca el desplazamiento físico del recipiente entre unas imágenes, el desplazamiento en píxeles en la imagen y trasladar las imágenes por el valor de este desplazamiento.

25 Otra solución consiste en detectar automáticamente en las **N** imágenes unos puntos de interés fijos en los recipientes (por ejemplo los bordes) y en determinar una transformación geométrica que permite registrar estos puntos de interés, y aplicar la misma transformación a todo el recipiente o toda la imagen.

30 A partir de **N** imágenes adquiridas y registradas para un mismo recipiente, la imagen de fase se calcula como se ha mencionado con anterioridad. Para cada recipiente, la unidad de cálculo y tratamiento **13** dispone de **N** imágenes separadas por un desfase constante de preferencia. Un algoritmo de cálculo de fase se aplica de forma individual a cada punto del recipiente. La elección del algoritmo de cálculo de fase entre los diversos algoritmos disponibles depende en particular del recipiente, del patrón periódico, de la velocidad de cálculo, de la precisión deseada, etc.

35 Hay que señalar que se puede contemplar, después de la operación que busca construir una imagen de fase para cada recipiente, una operación opcional que busca el despliegue de fase. En efecto, debido a la periodicidad de la fuente luminosa **7**, la fase obtenida se encuentra también periódicamente de modo que se define únicamente entre $-\pi$ y π . Se puede contemplar desplegar la fase con vistas a eliminar los saltos de 2π para obtener la fase absoluta. La **figura 9A** muestra un ejemplo de dicha imagen absoluta de fase derivada.

40 La unidad de control y de tratamiento **13** garantiza a continuación el análisis de cada imagen de fase y, de manera más precisa, las variaciones de la fase con el fin de deducir de estas al menos una característica del recipiente **3**. De acuerdo con una primera variante de realización, el análisis de la imagen de fase consiste en determinar la velocidad y/o la amplitud de la variación de la señal en la imagen de fase y en comparar las velocidades y/o amplitudes con unos umbrales con el fin de determinar la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente. El tratamiento de cada imagen de fase se puede realizar de acuerdo con diversos métodos conocidos. Por ejemplo, se puede prever detectar las variaciones locales (o desfases) de fase por ejemplo, comparando la fase de cada punto de la imagen con la de los contiguos. Otra técnica consiste en calcular en cualquier punto una pendiente de variación de la fase y en comparar el resultado en cualquier punto con un valor de umbral. El cálculo de esta pendiente de variación se puede realizar en una o varias direcciones apropiadas.

50 Si la variación de la fase es rápida y tiene una amplitud superior a un umbral dado, entonces se puede deducir al menos una característica del recipiente, esto es la presencia de un defecto que refracta la luz. Si la variación de la fase es lenta y de una amplitud superior a un umbral dado, entonces se puede deducir de esta al menos otra característica del recipiente, esto es un reparto incorrecto del material constitutivo del recipiente.

55 De acuerdo con una segunda variante de realización, se realiza un análisis de frecuencia de la imagen de fase que permite seleccionar las variaciones en función de su frecuencia espacial y, por lo tanto, detectar la presencia de defectos refractantes e incluso calificar la calidad de la piel del vidrio mediante la amplitud de las altas frecuencias, y la calidad de reparto del material mediante la amplitud de las bajas frecuencias.

60 Las variaciones de la fase dependen directamente de las desviaciones o refracciones de luz por el recipiente bajo el efecto de los defectos refractantes y del reparto del vidrio.

65 La **figura 9A** ilustra un ejemplo de imagen de fase desplegada y a continuación derivada que permite la constatación de un defecto que refracta la luz. En esta imagen de la **figura 9A**, la referencia **15₁** señala la presencia de un pliegue en el recipiente. La referencia **16₁** indica unas variaciones lentas de la fase causadas por la desviación de la luz por el reparto heterogéneo del vidrio y que se muestran en unas zonas claras y oscuras.

El defecto refractante, esto es el pliegue **15₁**, en el ejemplo considerado, se localiza fácilmente por su firma **15₂** que se muestra en la señal de la imagen ilustrada en la **figura 9B** y tomado de la columna de la imagen que lleva la referencia **14**. El defecto refractante provoca en la señal unas fuertes pendientes de variación local. En esta señal de la imagen tomada de la columna **14** se pueden descubrir variaciones lentas ligadas al reparto heterogéneo del vidrio, identificándose estas variaciones lentas con la referencia **16₂** en la señal de la **figura 9B**.

La **figura 9C** muestra el resultado del tratamiento de la señal ilustrado en la **figura 9B**, mediante un filtro de paso alto. El defecto **15₁**, que se muestra en la imagen de la **figura 9A** es fácil de detectar, en la señal ilustrada en la **figura 9C** (referencia **15₃**) ya que la amplitud de las variaciones locales de la señal es grande.

En esta señal ilustrada en la **figura 9C**, la referencia **16₃** identifica las variaciones lentas ligadas al reparto heterogéneo del vidrio. Hay que señalar que el carácter heterogéneo del reparto del vidrio no altera la detección del defecto refractante ya que este reparto heterogéneo del vidrio no produce, como se muestra a la altura de la referencia **16₃**, modificaciones de la señal.

Hay que considerar que el patrón periódico **7₁** se observa a través de los recipientes, por lo tanto para la zona central a través de cuatro dioptrías sucesivas: aire-vidrio, vidrio-aire, aire-vidrio y vidrio-aire, que corresponden respectivamente a las cuatro superficies, externa, interna, interna y externa, atravesadas por la luz. Al no ser estas superficies uniformemente paralelas debido al reparto heterogéneo del material y a la presencia de defectos de superficie, de burbujas, etc., estas desvían la luz a la manera de prismas. El patrón luminoso periódico **7₁** se encuentra deformado cuando se observa a través del recipiente transparente. Al contrario que en las técnicas que pretenden detectar únicamente deformaciones de los patrones y la aparición, en el interior de los patrones, de puntos o zonas de contraste local, el desplazamiento de fase permite un cálculo de fase que es una medición de las desviaciones experimentadas por los rayos luminosos, lo que permite hacer un análisis de estos exacto y discriminante que conduce a caracterizar el poder refractante de los defectos y la calidad de reparto del material.

En los ejemplos descritos con anterioridad, se prevé iluminar cada recipiente, por medio de una fuente luminosa que presenta una variación de intensidad luminosa en una dirección de variación **D**. De acuerdo con otra variación de realización, hay que señalar que se puede contemplar iluminar cada recipiente por medio de una fuente luminosa que presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo **T₂** en una segunda dirección de variación diferente de la primera dirección de variación **D**. De este modo, por ejemplo, se puede prever iluminar cada recipiente por medio de unas fuentes luminosas que constan de los patrones periódicos ilustrados en las **figuras 2 y 4**. De acuerdo con esta variante de realización, el procedimiento de acuerdo con la invención consiste en:

- captar para cada recipiente un número **N** superior o igual a tres imágenes adicionales del objeto que se mueve delante de la fuente luminosa, que presenta un patrón periódico de periodo **T₂**, y que ocupa respectivamente **N** posiciones diferentes a lo largo de la trayectoria de movimiento;
- entre cada captura de imagen, crear un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en la segunda dirección de variación del patrón periódico de periodo **T₂**;
- construir para cada recipiente, a partir de las **N** imágenes del objeto, una segunda imagen de fase;
- analizar la segunda imagen de fase para detectar las variaciones de la fase superior o inferior con un umbral determinado con el fin de deducir de esta la presencia de un defecto del recipiente.

De acuerdo con una característica ventajosa de realización, hay que señalar que el periodo del patrón periódico **7₁**, por una parte, y la incidencia de las capturas de imágenes y/o el desfase del patrón en la fuente controlada, por otra parte, se seleccionan de manera que los desfases relativos del recipiente **3** y del patrón periódico **7₁** en la dirección de variación del patrón periódico son una descomposición en fracciones iguales del periodo del patrón periódico considerado. Por ejemplo, en la variante para la cual solo el movimiento de los artículos crea el desfase relativo del patrón con respecto al recipiente, y en el caso de la captura de cinco imágenes (**N = 5**), cada imagen se capta para desplazarla en fase una quinta parte del periodo del patrón periódico **7₁**, es decir que el desplazamiento entre cada captura de imagen es una quinta parte de dicho periodo.

De acuerdo con una característica ventajosa de realización, la unidad de control y de tratamiento **13** controla la fuente luminosa **7**. La unidad de control y de tratamiento **13** puede controlar la fuente luminosa **7** de manera que el patrón luminoso periódico **7₁** se desplace en fase en una dirección dada para cada captura. Para ello puede direccionar por ejemplo una pantalla LCD, un proyector de vídeo, unos circuitos de LEDs o cualquier fuente luminosa adaptada.

De acuerdo con una característica de realización, la unidad de control y de tratamiento **13** dispara las adquisiciones en función de la posición precisa del recipiente delante de la fuente luminosa **7**. La unidad de control y de tratamiento **13** puede estar, para ello, conectada a unos sensores de presencia y/o desplazamiento como unas células y codificadores incrementales.

De acuerdo con una segunda forma de realización de la estación de inspección, la unidad de control y de tratamiento **13** consta también de unos medios de cálculo de al menos una imagen de intensidad a partir de **N**

imágenes registradas del recipiente procedentes del sistema de captura de imágenes **9** y de unos medios de análisis de las imágenes de intensidad para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente **3**, la presencia de un defecto que absorbe la luz, y/o las dimensiones del recipiente.

- 5 De acuerdo con una tercera forma de realización, la estación de inspección consta de un filtro interpuesto entre los recipientes **3** y la fuente luminosa **7**, que polariza la luz linealmente en una primera dirección de polarización o de manera circular en un primer sentido de rotación de polarización. La estación de inspección consta también de un segundo sistema de captura de imágenes **9** similar al primer sistema de captura de imágenes y capaz de realizar un número N superior o igual a tres de imágenes de cada recipiente colocado delante de la fuente luminosa. La
- 10 estación consta también de un filtro interpuesto entre los recipientes **3** y el segundo sistema de captura de imágenes, que polariza la luz linealmente en la dirección de polarización ortogonal a la primera o de manera circular en el sentido de rotación de polarización contrario al primero. De acuerdo con este ejemplo, la unidad de control y de tratamiento **13** consta también de:
- 15 – unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;
- unos medios de cálculo de al menos una imagen de fase a partir de las N imágenes registradas del recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes;
- 20 – unos medios de análisis de la imagen de intensidad para deducir de esta, en calidad de característica del recipiente **3**, la presencia de un defecto que modifica el estado de polarización de la luz.

En efecto, es habitual utilizar la luz polarizada para detectar los defectos denominados de estrés, es decir de las tensiones locales internas en el vidrio de origen térmico o mecánico. Por ejemplo, un cuerpo extraño crea durante el enfriamiento de un recipiente de vidrio unas tensiones en el vidrio que lo rodea. Debido a la birrefringencia del vidrio, estas tensiones modifican el estado de polarización de la luz que atraviesa el material. Por lo tanto, puede determinarse la presencia de los defectos de estrés combinando una fuente de luz polarizada situada en un lado del recipiente y una observación de transmisión a través de un filtro polarizador ortogonal al primero. El experto en la materia sabe realizar sin problemas la misma detección en polarización circular.

30 La combinación de las diferentes formas de realización de la invención permite utilizar una única fuente de luz y solo dos sistemas de captura de imágenes para determinar, en calidad de característica del recipiente **3**, la presencia de un defecto que refracta la luz, la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente, la presencia de un defecto que absorbe la luz, la presencia de un defecto que modifica el estado de polarización de la luz y/o las dimensiones del recipiente.

35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento óptico de inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos (3) que se mueven en una trayectoria determinada F1 a gran velocidad entre una fuente luminosa (7) y un sistema (9) de captura de imágenes de los recipientes y de análisis de las imágenes captadas, con el fin de determinar, en calidad de característica del recipiente (3), al menos la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente, que consiste en iluminar cada recipiente (3) que se mueve a alta velocidad con la fuente luminosa (7) que presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico (7₁) de periodo T₁ en al menos una primera dirección de variación (D), **caracterizado por que**:
- se capta para cada recipiente (3) un número N superior o igual a tres de imágenes del recipiente que se mueve delante de la fuente luminosa y que ocupa respectivamente N posiciones diferentes a lo largo de la trayectoria de movimiento;
 - entre cada captura de imagen, se crea un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en la primera dirección de variación (D) del patrón periódico (7₁);
 - se determina y se aplica una transformación geométrica, en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente, para al menos un conjunto de puntos que pertenecen al recipiente, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;
 - se construye para cada recipiente (3), a partir de las N imágenes sucesivas registradas del recipiente, una imagen de fase;
 - se analiza la imagen de fase con el fin de deducir de esta, en calidad de característica del recipiente (3), al menos la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**:
- se construye, para cada recipiente (3), a partir de las N imágenes sucesivas registradas del recipiente, una imagen de intensidad;
 - se analiza la imagen de intensidad con el fin de deducir de esta, en calidad de característica del recipiente (3), la presencia de un defecto que absorbe la luz y/o las dimensiones del recipiente.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el análisis de la imagen de fase consiste en determinar la velocidad y/o la amplitud de variación y en comparar dichas velocidades y/o amplitudes con unos umbrales con el fin de determinar la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** consiste en:
- iluminar cada recipiente (3) que hay que inspeccionar por medio de una fuente luminosa (7) que presenta una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo T₂ en una segunda dirección de variación diferente de la primera dirección de variación;
 - captar para cada recipiente un número N superior o igual a tres imágenes adicionales del objeto que se mueve delante de la fuente luminosa y que ocupa respectivamente N posiciones diferentes a lo largo de la trayectoria de movimiento;
 - entre cada captura de imagen, crear un desfase relativo entre el recipiente y el patrón periódico en la segunda dirección de variación del patrón periódico de periodo T₂;
 - construir para cada recipiente, a partir de las N imágenes registradas del recipiente, una segunda imagen de fase;
 - analizar la segunda imagen de fase para determinar, en calidad de característica del recipiente (3) la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** consiste en seleccionar el periodo T₁, T₂ del patrón periódico y la incidencia de las capturas de imágenes de manera que los desfases relativos del recipiente (3) y del patrón periódico (7₁) en la dirección de variación del patrón periódico sean unas fracciones iguales del periodo del patrón considerado.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** consiste en realizar el desfase relativo entre el patrón periódico (7₁) y los recipientes (3), mediante el movimiento de los recipientes (3) en relación con el patrón periódico (7₁) que se mantiene fijo.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** consiste en realizar el desfase relativo entre el patrón periódico (7₁) y los recipientes (3) garantizando el desfase del patrón periódico entre cada captura de imagen.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** consiste en disparar las capturas de imágenes y/o el desfase del patrón de iluminación en función de la posición de los recipientes (3) en

movimiento con respecto al sistema (9) de captura de imágenes de manera que se obtengan unos desfases predefinidos.

5 9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** consiste en seleccionar un patrón periódico (7_1) que presenta en la dirección de variación (D) una función sinusoidal del nivel de luz emitida.

10 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** consiste en posicionar el patrón periódico de modo que intervenga una variación de intensidad luminosa en al menos una dirección paralela a la dirección de movimiento de los recipientes.

10 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** consiste en seleccionar un patrón periódico rectilíneo.

15 12. Instalación de inspección en línea de recipientes transparentes o traslúcidos (3) con el fin de detectar las características de los recipientes y que comprende un medio de transporte (2) de los recipientes (3) en movimiento continuo a gran velocidad a través de una estación de inspección (5) compuesta por al menos una fuente luminosa (7) dispuesta a un lado de los recipientes en movimiento continuo a gran velocidad, y al menos un sistema de captura de imágenes (9) de los recipientes dispuesto al otro lado de los recipientes, y una unidad de análisis de las imágenes captadas, presentando la fuente luminosa (7) una variación de intensidad luminosa de acuerdo con un patrón periódico de periodo T_1 en al menos una primera dirección de variación (D), **caracterizada por que**:

25 • un primer sistema de captura de imágenes (9) es capaz de realizar un número N superior o igual a tres imágenes de cada recipiente colocado delante de la fuente luminosa, creándose entre cada adquisición de imagen, un desfase relativo entre el recipiente (3) y el patrón periódico (7_1) en la primera dirección de variación (D) del patrón periódico (7_1);

30 • una unidad de control y de tratamiento (13) consta de:

- unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente procedentes del primer sistema de captura de imágenes, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;
- unos medios de cálculo de al menos una imagen de fase a partir de N imágenes sucesivas registradas del recipiente;
- unos medios de análisis de las imágenes de fase para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente (3), la presencia de un defecto que refracta la luz o la calidad de reparto del material constitutivo del recipiente.

35 13. Instalación de inspección de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** la unidad de control y de tratamiento (13) consta también de unos medios de cálculo de al menos una imagen de intensidad a partir de N imágenes registradas del recipiente, procedentes del primer sistema de captura de imágenes, y de unos medios de análisis de las imágenes de intensidad para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente (3), la presencia de un defecto que absorbe la luz, y/o sus dimensiones.

40 14. Instalación de inspección de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada por que** consta de:

45 • un filtro interpuesto entre los recipientes (3) y la fuente luminosa (7), que polariza la luz linealmente en una primera dirección de polarización o de manera circular en un primer sentido de rotación de polarización;

50 • un segundo sistema de captura de imágenes (9) capaz de realizar un número N superior o igual a tres imágenes de cada recipiente colocado delante de la fuente luminosa;

50 • un filtro interpuesto entre los recipientes y el segundo sistema de captura de imágenes, que polariza la luz linealmente en la dirección de polarización ortogonal a la primera o de manera circular en el sentido de rotación de polarización contrario al primero;

50 • una unidad de control y de tratamiento (13) que consta de:

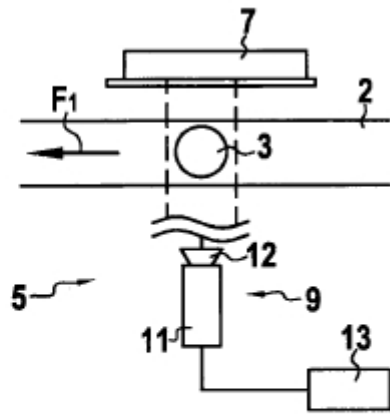
55 • unos medios para determinar y aplicar una transformación geométrica en al menos N-1 imágenes de un mismo recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes, con el fin de hacer que coincidan los píxeles que pertenecen al recipiente en las N imágenes sucesivas así registradas de un mismo recipiente;

60 • unos medios de cálculo de al menos una imagen de intensidad a partir de N imágenes registradas del recipiente procedentes del segundo sistema de captura de imágenes;

60 • unos medios de análisis de la imagen de intensidad para deducir de estas, en calidad de característica del recipiente (3), la presencia de un defecto que modifica el estado de polarización de la luz.

65 15. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizada por que** el patrón periódico (7_1) de la fuente luminosa (7) es fijo de modo que el desfase relativo entre el patrón periódico (7_1) y los recipientes (3) se realiza mediante el movimiento de los recipientes (3) en relación con el patrón periódico (7_1).

16. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizada por que** el patrón periódico (7_1) de la fuente luminosa (7) está desfasado entre cada captura de imagen para realizar el desfase relativo entre el patrón periódico (7_1) y los recipientes (3).
- 5 17. Instalación de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 16, **caracterizada por que** el patrón periódico (7_1) de la fuente luminosa (7) está posicionado de modo que una variación de intensidad luminosa intervenga en al menos una dirección paralela a la dirección del movimiento de los recipientes.
- 10 18. Instalación de inspección de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 17, **caracterizada por que** la fuente luminosa (7) es capaz de presentar un patrón periódico (7_1) que presenta, en su dirección de variación, una función sinusoidal del nivel de luz emitida.
- 15 19. Instalación de inspección de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 18, **caracterizada por que** el sistema de captura de imágenes (9) está asociado a unos medios de sincronización con el fin de dispararse en función de la posición relativa de los recipientes con respecto al patrón periódico de la fuente luminosa (7).
- 20 20. Instalación de inspección de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 19, **caracterizada por que** la unidad de control y de tratamiento (13) controla la fuente luminosa (7) de manera que el patrón luminoso periódico (7_1) esté desfasado en una dirección dada para cada captura.



1
FIG. 1

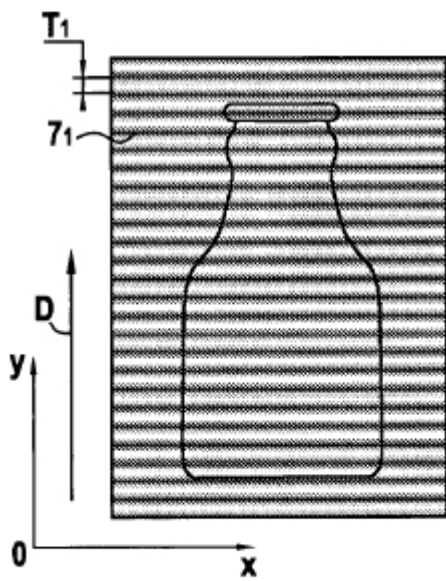


FIG. 2

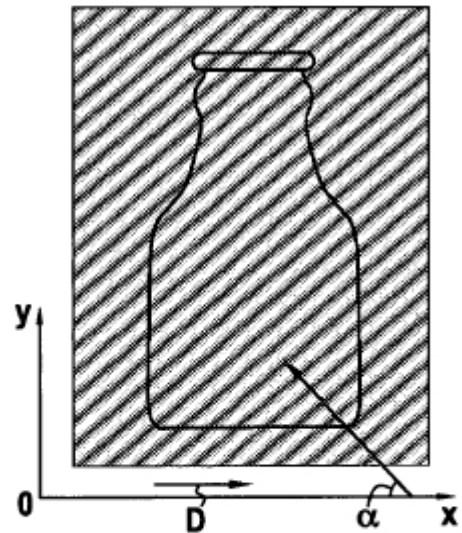


FIG. 3

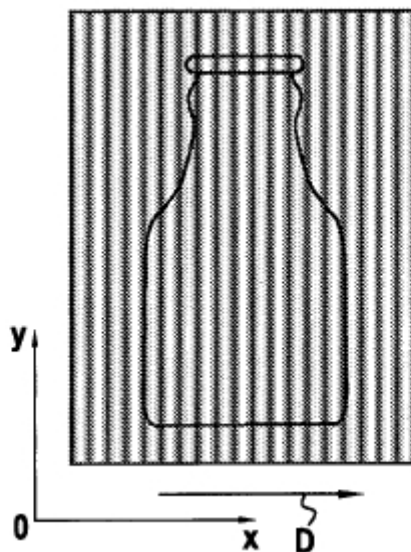


FIG. 4

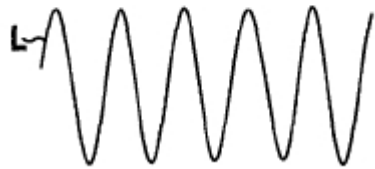
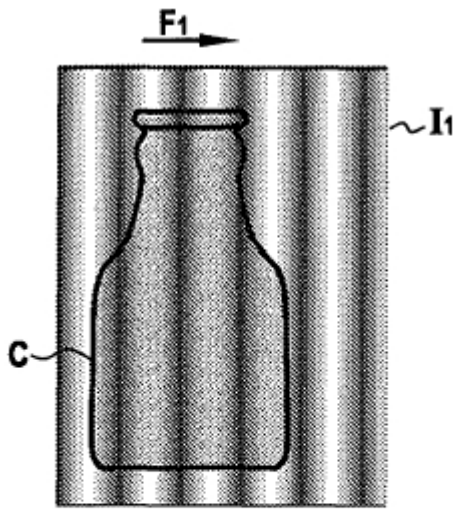


FIG.5

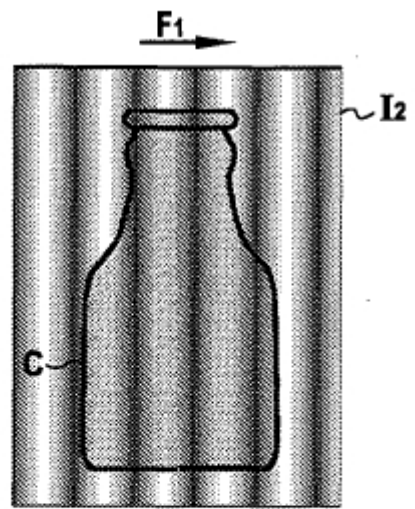


FIG.6

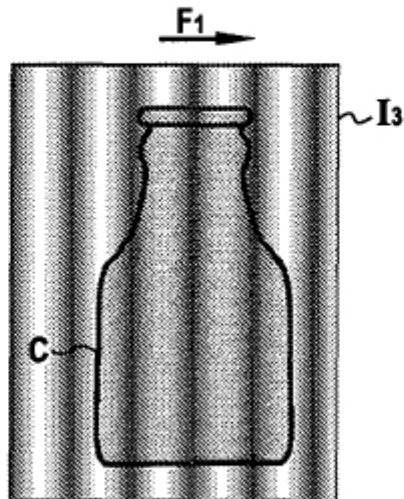


FIG.7

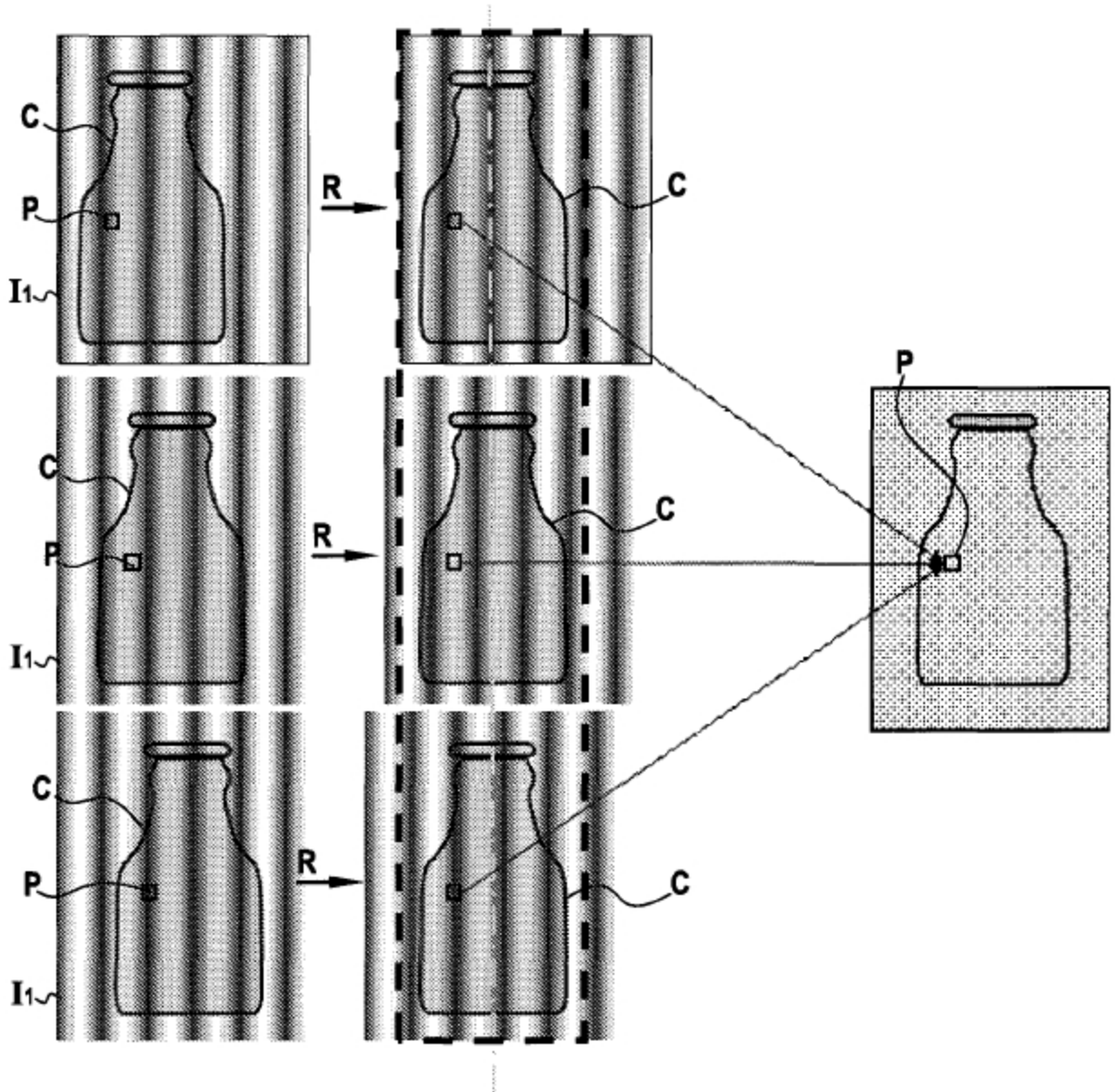


FIG.8

