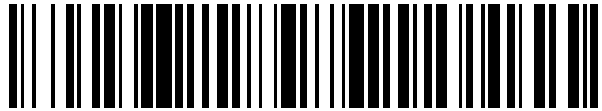


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 106**

51 Int. Cl.:

G01N 21/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2015 PCT/FR2015/052762**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2016 WO16059343**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2015 E 15787268 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3207361**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo y línea de inspección para visualizar la planitud de una superficie de anillo de recipiente**

30 Prioridad:

17.10.2014 FR 1459977

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

17.11.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LECONTE, MARC y
OLLIVIER, MICHEL**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 794 106 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, dispositivo y línea de inspección para visualizar la planitud de una superficie de anillo de recipiente

5 La invención se refiere al campo de la inspección de recipientes, en particular de vidrio, y más precisamente el control de la planitud de la superficie de anillo de tales recipientes.

10 La superficie de anillo es la superficie superior o la arista superior del anillo del recipiente. De forma anular alrededor de un eje central teórico del anillo, la superficie de anillo es más o menos espesa según una dirección radial al eje central teórico. En teoría, esta superficie es plana en un plano perpendicular al eje central teórico, ya que presenta al menos una línea de contacto continuo sobre 360° alrededor del eje con este plano, y es perfectamente circular. Si bien es plana en el sentido anterior, su perfil en secciones por un plano radial que contiene el eje central teórico puede tener diferentes formas: el perfil puede ser plano, redondo, en V invertida, etc...

15 En numerosas aplicaciones, la superficie de anillo es la que entra en contacto con la junta de la cubierta o de la cápsula. Cuando la superficie de anillo no es plana, las fugas serán posibles después del cierre. Por lo tanto, es importante conocer los defectos de planitud de la superficie de anillo. Estos defectos de planitud pueden analizarse, en un punto dado de la superficie de anillo, como una diferencia de altura que se escucha en este texto como una diferencia de posición, según una dirección paralela al eje central teórico del anillo del recipiente, entre un punto
20 dado en la superficie de anillo real del recipiente y el punto correspondiente de una superficie teórica de anillo. Estos dos puntos se corresponden por que, en un sistema de coordenadas cilíndricas, centrado sobre el eje central teórico, los puntos correspondientes tienen la misma coordenada angular y pertenecen, para uno en la superficie de anillo real, y para el otro en la superficie de anillo teórica. Por lo tanto, esta superficie teórica es plana en relación con un plano de referencia perpendicular al eje central teórico. Este plano de referencia se puede vincular al recipiente en
25 cuestión y, por ejemplo, puede corresponder a la altura del punto más alto de la superficie de anillo real, a la altura del punto más bajo de la superficie de anillo real, a una altura promedio de la superficie de anillo sobre su extensión angular, etc... El plano de referencia también se puede definir independientemente del recipiente, con referencia, por ejemplo, a un dispositivo de visualización, de control o de medición.

30 Los defectos de planitud de la superficie de anillo a menudo se distinguen en al menos dos tipos. Los defectos del tipo "falta de vidrio" están relacionados con problemas de llenado del molde de anillo con vidrio fundido durante la fabricación. Se caracterizan por diferencias de altura que se extienden sobre una pequeña amplitud angular alrededor del eje teórico. Los defectos del tipo de "anillo velado" son generalmente diferencias de altura menos
35 marcadas, que se extienden sobre una mayor amplitud angular alrededor del eje teórico, pero siguen siendo defectos molestos, a menudo debido al hundimiento, a problemas con la extracción de elementos del molde o problemas térmicos.

Actualmente, los defectos de planitud se detectan principalmente por un sistema llamado "de campana" por
40 detección de fugas de gas. La fuga residual se mide cuando se presiona una superficie plana de metal sobre el anillo. El inconveniente es que el control no proporciona ningún elemento que permita evaluar la extensión del defecto, sino que únicamente permite obtener una indicación binaria (fuga/no fuga) indicativa de la planitud o no de la superficie. Tal sistema necesita medios mecánicos de desplazamiento relativo del recipiente con respecto al
45 dispositivo, que no solo son caros, sino que además ralentizan la cadencia de la línea de inspección: subida y caída de la campana, inmovilización temporal del artículo bajo la campana, etc... Por otro lado, existe un interés real en eliminar cualquier contacto con el anillo del artículo para evitar riesgos de rotura o contaminación.

También se conocen sistemas de visión en los que los anillos se observan según al menos dos vistas desde arriba o desde abajo. La iluminación difusa ubicada frente a las cámaras en relación con los artículos ilumina el artículo a
50 controlar durante la transmisión. El inconveniente de este sistema es que requiere al menos dos cámaras y dos fuentes luminosas y posiblemente dos ópticas telecéntricas y sus soportes y ajustes. El conjunto es costoso y requiere largas rutas ópticas, lo que resulta en un volumen importante.

Para superar estos inconvenientes, se ha propuesto usar, como se expuso anteriormente, cámaras ya previstas para
55 efectuar otro control del recipiente, por ejemplo, en el caso de botellas de vidrio transparente, un control de aspecto en el hombro. No obstante, esto obliga a elegir posicionamientos del dispositivo de control que solo pueden ser un compromiso entre los ajustes para detectar defectos en la zona del hombro y los ajustes para detectar defectos geométricos en la superficie de anillo. Estos compromisos no son satisfactorios ni para la medición inicialmente dirigida por estas cámaras, ni para la medición de planitud que se trata de hacerles efectuar.

60 Al multiplicar los ángulos de visión, en particular, combinando vistas similares desde diferentes ángulos de picado o contrapicado, también es posible medir en 3D porciones del anillo y reunir después estas mediciones para reconstituir por cálculo la geometría total de la superficie de anillo. Utiliza la adquisición de varias imágenes ópticas. Estas imágenes ópticas se combinan dos por dos mediante algoritmos para unir puntos en pares, a partir de los
65 cuales se calculan por triangulación de los puntos reales en coordenadas 3D. La técnica es la de la estereovisión a los algoritmos complejos. Son necesarios varios pares de vistas de estereovisión, lo que necesita, por ejemplo, 4 o 6 cámaras. Estos sistemas pueden ser precisos, pero son muy caros y muy voluminosos. Debido a numerosos

parámetros, la precisión no se mantiene en funcionamiento durante una larga duración.

El documento US 6,172,748 describe un dispositivo que constan de varias fuentes luminosas distintas que iluminan el anillo desde abajo, es decir, desde un punto situado debajo de un plano perpendicular al eje del anillo y tangente a la superficie de anillo. El dispositivo consta de varios espejos distintos que proporcionan una imagen de solo un sector angular del anillo. Además, incluso si las imágenes se recortan, hay una discontinuidad angular azimutal entre las imágenes porque, en un posible punto de recorte de las dos imágenes, hay una ruptura en el punto de vista entre el punto de recorte en cada una de las imágenes. Esto hace necesario una reconstrucción informática de la imagen que necesita algoritmos complejos.

Los documentos DE-29.16.361, US-4.606.635 y EP-0.657.732 describen otros dispositivos según la técnica anterior.

Por lo tanto, un objetivo de la invención es proponer un dispositivo de visualización de defectos de planitud de una superficie de anillo que sea más simple que los sistemas existentes.

Para este fin, la invención propone un procedimiento de visualización de la planitud de una superficie de anillo real de un recipiente, teniendo la superficie de anillo una geometría teórica plana y anular o circular alrededor de un eje central teórico, del tipo que consta de las etapas que consisten:

- en iluminar la superficie de anillo real del recipiente con ayuda de un haz luminoso incidente periférico,
- en formar, por medio de un sistema óptico, una imagen plana de la superficie de anillo del recipiente, sobre un sensor fotoeléctrico bidimensional, caracterizado por que:
 - el haz luminoso periférica incidente comprende rayos luminosos radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje central teórico, estando dichos rayos radiales dirigidos hacia el eje central teórico;
 - el haz luminoso incidente periférico ilumina la superficie de anillo desde arriba, y los rayos radiales del haz luminoso incidente se reflejan por reflexión especular sobre la superficie de anillo,
 - por que la etapa que consiste en formar una imagen plana consta de una transformación geométrica óptica que convierte la superficie de anillo real en una imagen de superficie de anillo, convirtiendo esta transformación teóricamente la superficie de anillo teórica en una imagen teórica de la superficie de anillo,
 - por que la transformación geométrica óptica convierte una diferencia en altura real según la dirección del eje central teórico, entre un punto considerado de la superficie de anillo real y un punto correspondiente a la superficie de anillo teórica, en un desfase radial de imagen, sobre la imagen, del punto de imagen de la imagen de superficie de anillo del recipiente con respecto al punto de imagen correspondiente de la imagen teórica de superficie de anillo;
 - y por que, en la imagen plana, el desfase radial de imagen correspondiente a una diferencia de altura real unitaria es superior al desfase radial de la imagen correspondiente a un desfase radial real de igual dimensión entre dicho punto considerado de la superficie de anillo real y un punto correspondiente a la superficie de anillo teórica.

Según otras características opcionales de tal procedimiento:

- el desfase radial de imagen correspondiente a una diferencia de altura real unitaria es al menos tres veces superior al desfase radial de la imagen correspondiente a un desfase radial real de igual dimensión entre el punto considerado de la superficie de anillo real y un punto correspondiente a la superficie de anillo teórica.
- el procedimiento consta de la etapa de observar la superficie de anillo real, por el sistema óptico, bajo un ángulo de elevación de observación inferior a 25° con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico.
- el procedimiento consta de la etapa de observar la superficie de anillo real, por el sistema óptico, bajo un ángulo de elevación de observación inferior a 18,43° con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico.
- el sistema óptico define un campo de observación periférico que observa la superficie de anillo según los rayos de observación radiales que están contenidos en un plano radial que contiene el eje central teórico y que se forman con respecto a un plano perpendicular al eje teórico central un ángulo teórico central inferior a 25°.
- el ángulo de elevación de observación es inferior a 18,43° con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico.
- el sistema óptico consta de una superficie de reflexión reflexión primaria, siendo la superficie de reflexión reflexión primaria una superficie de revolución centrada sobre el eje central teórico y dispuesta para reflejar directa o indirectamente los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real desde el ángulo de observación, en dirección del sensor.
- la etapa que consiste en formar una imagen plana incluye la formación óptica de una imagen bidimensional completa y continua de la superficie de anillo real.
- el haz periférico luminoso incidente consta, en un mismo plano radial, de rayos radiales no paralelos.
- el haz incidente ilumina la superficie de anillo bajo una incidencia tal que, en el punto de reflexión de un rayo incidente, cuyo rayo reflejado por la superficie de anillo real es visto por el sensor, la normal en la superficie de anillo forma un ángulo inferior a 30° con respecto a la dirección del eje central teórico.

La invención también se refiere a un procedimiento de determinación de la planitud de una superficie de anillo real de un recipiente, teniendo la superficie de anillo una geometría teórica plana y anular alrededor de un eje central

teórico, caracterizado por que el procedimiento consta del procedimiento de visualización que tiene una de las características anteriores, y por que el procedimiento consta de una etapa de determinación que consta de la determinación de un desfase radial de la imagen entre una línea representativa de la imagen de la superficie de anillo y una línea teórica representativa de la imagen teórica de la superficie de anillo.

5 En tal procedimiento, la línea que representa la imagen de la superficie de anillo puede ser la imagen, formada por el sistema óptico sobre el sensor, de la reflexión del haz incidente sobre la superficie de anillo.

10 La invención también se refiere a un dispositivo de visualización la planitud de una superficie de anillo real de un recipiente, teniendo la superficie de anillo una geometría teórica plana y anular o circular alrededor de un eje central teórico, del tipo donde el dispositivo presenta una zona para la instalación de un recipiente, teniendo esta zona de instalación un eje de instalación, del tipo que consta de:

- 15 - un sistema de iluminación adecuado para proporcionar un haz luminoso incidente periférico que consta de rayos radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación, estando dichos rayos radiales dirigidos hacia el eje de instalación,
- un fotosensor eléctrico bidimensional,
- un sistema óptico interpuesto entre la zona de instalación del recipiente y el sensor adecuado para formar sobre el sensor una imagen de la superficie de anillo de un recipiente colocado en la zona de instalación,

20 y del tipo donde el sistema de iluminación, el sensor y el sistema óptico están dispuestos por encima de la zona de instalación,

caracterizado por que el sistema óptico define un campo de observación periférico que observa la superficie de anillo según los rayos de observación radiales que están contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación y que se forman con respecto a un plano perpendicular al eje de instalación un ángulo de elevación de observación inferior a 25 grados,

25 y por que el sistema de iluminación comprende una fuente luminosa centrada sobre el eje de instalación y que presenta un diámetro superior al diámetro de la superficie de anillo.

30 Según otras características opcionales de tal dispositivo:

- el dispositivo consta de un sensor fotoeléctrico bidimensional único sobre el que se forma una imagen completa y continua de la superficie de anillo real.
- 35 - el dispositivo consta de una superficie primaria de reflexión, siendo la superficie primaria de reflexión una superficie de revolución centrada sobre el eje de instalación y dispuesta para reflejar directa o indirectamente los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real desde el ángulo de elevación de observación, en dirección del sensor.
- La superficie primaria de reflexión refleja indirectamente los rayos luminosos en dirección del sensor, y el dispositivo consta, entre la superficie primaria de reflexión y el sensor, de al menos una segunda superficie de reflexión.
- 40 - La superficie primaria de reflexión consta de una superficie de revolución, girada opuesta al eje de instalación, y presentando un diámetro pequeño y un diámetro grande ambos inferiores al diámetro más pequeño de la superficie de anillo teórica.
- La superficie primaria de reflexión es una superficie troncocónica convexa y presenta un medio ángulo en el vértice igual a 45° menos la mitad del ángulo de elevación de observación.
- 45 - La superficie primaria de reflexión consta de una superficie de revolución, girada hacia al eje de instalación, que presenta un diámetro pequeño y un diámetro grande ambos mayores que el diámetro más grande de la superficie de anillo teórica para devolver, en dirección del eje de instalación, los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real desde el ángulo de elevación de observación, siendo dichos rayos interceptados por una superficie de reflexión de devolución que consta de una superficie de revolución girada opuesta al eje de instalación para devolver los rayos en dirección del sensor.
- 50 - La trayectoria de los rayos entre la superficie primaria de reflexión y la superficie de reflexión de devolución es perpendicular al eje de instalación.
- La superficie de reflexión de devolución consta de una superficie de revolución troncocónica convexa que está centrada sobre el eje de instalación y que presenta un medio ángulo en el vértice de 45°.
- 55 - El dispositivo consta, entre el sensor y la superficie primaria de reflexión, de un sistema óptico telecéntrico.
- El haz periférico incidente, comprende, en un mismo plano radial, rayos radiales no paralelos.
- La fuente luminosa es una fuente de revolución anular centrada sobre el eje de instalación.
- El dispositivo comprende una caja que incorpora el sensor, el sistema tiene como objetivo una superficie de reflexión primaria y posiblemente una superficie de reflexión de devolución.
- 60

La invención se refiere además a una línea de inspección de recipientes que presentan una superficie de anillo, del tipo donde los recipientes se desplazan sobre una línea de transporte por un transportador que transporta los recipientes según una dirección de desplazamiento horizontal perpendicular a un eje central teórico de los recipientes que presentan de este modo su superficie de anillo en un plano horizontal girado hacia arriba, caracterizada por que la instalación consta de un dispositivo que tiene una cualquiera de las características

anteriores, que está dispuesto sobre la instalación con su eje de instalación en posición vertical, de tal manera que el campo de observación y el haz luminoso incidente estén orientados hacia abajo, hacia la zona de instalación que se encuentra entre el dispositivo y un órgano de transporte del transportador.

5 En tal línea de inspección, el transportador puede llevar los recipientes para que su eje central teórico coincida con el eje de instalación y, en el momento de esta coincidencia, se adquiere una imagen gracias al dispositivo, sin contacto del dispositivo con el recipiente.

10 Otras diversas características se concluyen a partir de la descripción realizada anteriormente en referencia a los dibujos adjuntos que muestran, a título de ejemplos no limitativos, unas formas de realización del objeto de la invención.

- 15 - Las **Figuras 1A y 1B** son vistas esquemáticas en sección axial que ilustran un dispositivo según la invención para implementar un procedimiento según la invención, sobre los que se ilustran, en la **Figura 1A**, rayos de observación que ilustran la visión del sensor fotoeléctrico y, en la **Figura 1B**, la trayectoria de los rayos incidentes procedentes de la fuente luminosa y reflejados por la superficie de anillo de un recipiente hacia el sensor a través del sistema óptico.
- La **Figura 1C** es una vista en perspectiva esquemática del modo de realización de la **Figuras 1A y 1B**.
- 20 - La **Figura 2A** es una vista similar a la de **Figura 1A**, que ilustra un segundo dispositivo según la invención para la implementación de un segundo procedimiento según la invención.
- La **Figura 2B** es una vista similar a la de **Figura 1B**, que ilustra una variante del segundo dispositivo según la invención.
- Las **Figura 3** es un esquema que ilustra cómo, en el dispositivo y procedimiento de la **Figura 2A**, la transformación geométrica óptica convierte una diferencia en altura real, según la dirección del eje central teórico, entre un punto de la superficie de anillo real y el punto correspondiente sobre la superficie de anillo teórica, en un desfase radial de imagen, sobre la imagen, del punto asociado de la imagen de superficie de anillo de recipiente con respecto al punto de asociado de la imagen teórica de superficie de anillo.
- 25 - La **Figura 4** es un esquema que ilustra una variante del dispositivo y del procedimiento de la **Figura 2A**, en la que el sistema óptico no es telecéntrico.
- 30 - Las **Figuras 5A y 5B** son vistas esquemáticas que ilustran dos ejemplos de imágenes adquiridas en un procedimiento y un dispositivo según la invención.
- La **Figura 6** es una vista esquemática de una instalación de inspección de recipientes que comprende un dispositivo según la invención.

35 Se ilustra en las **Figuras 1A a 1C** un dispositivo de visualización de la planitud de una superficie de anillo real de un recipiente, permitiendo este dispositivo la implementación de un procedimiento según la invención. Se ilustra en las **Figuras 1A a 1C** únicamente la parte superior del anillo **12** de un recipiente **14**. Un recipiente **14** se define como un recipiente hueco que define un volumen interior que está cerrado sobre toda su periferia de volumen salvo al nivel de un anillo superior **12** abierto en un extremo.

40 Por comodidad, y únicamente como una definición arbitraria, se considerará de hecho que el recipiente consta de un eje central teórico **A1**, definido como siendo el eje central teórico de su anillo **12**. También se considerará arbitrariamente que el anillo está dispuesto en el extremo superior del recipiente. De este modo, en el presente texto, las nociones de alto, bajo, superior e inferior tienen un valor relativo correspondiente a la orientación del dispositivo **10** y recipiente **14** tales como se representa en las figuras. Sin embargo, se entiende que la invención podría implementarse con una orientación absoluta indiferente en el espacio, en la medida en que los diferentes componentes permanecen dispuestos con la misma disposición relativa.

50 El anillo **12** del recipiente es cilíndrico de revolución alrededor del eje **A1**. El cuerpo del recipiente, no representado, también puede ser un volumen de revolución o no. El anillo **12** está conectado por su extremo inferior (no representado) al resto del cuerpo del recipiente, mientras que su otro extremo libre, llamado superior por elección arbitraria en el marco de la presente descripción, termina con una superficie de anillo **16**. La superficie de anillo **16** es teóricamente plana y paralela a un plano perpendicular al eje **A1**, en el sentido de que presenta al menos una línea de contacto continua 360° alrededor del eje central teórico con tal plano, y es teóricamente circular o anular en este plano. En el presente texto, se distinguirá, por un lado, la superficie de anillo real del recipiente y, por otro lado, una superficie teórica de anillo. Esta superficie teórica de anillo es, por lo tanto, una superficie plana en un plano de referencia perpendicular al eje central teórico **A1**. Este plano de referencia se puede definir como vinculado al recipiente considerado, tal como el plano de referencia **PRef** de la **Figura 1A** que es tangente a un punto de la superficie de anillo real **16**, por ejemplo, el punto más alto según la dirección del eje central teórico **A1**. Alternativamente, este plano de referencia puede situarse, por ejemplo, a la altura del punto más bajo de la superficie de anillo real, a una altura promedio de la superficie de anillo sobre su extensión angular, etc... El plano de referencia también se puede definir independientemente del recipiente, con referencia, por ejemplo, a uno de los elementos del dispositivo de visualización **10**, por ejemplo, al nivel de una superficie inferior de una caja del dispositivo **10**.

65 Por lo tanto, la visualización de la planitud consistirá esencialmente en visualizar y, puede permitir cuantificar, una

diferencia de posición, según la dirección del eje central teórico **A1**, entre un punto dado en la superficie de anillo real y un punto correspondiente en la superficie teórica de anillo. Estos dos puntos se corresponden por que, en un sistema de coordenadas cilíndricas, centrado sobre el eje central teórico, los puntos correspondientes tienen la misma coordenada angular y pertenecen, para uno en la superficie de anillo real, y para el otro en la superficie de anillo teórica. Dicho de otra manera, descuidando las diferencias de posición radial, están dispuestos verticalmente uno encima del otro según la dirección axial del eje central teórico **A1**.

Para que el recipiente sea inspeccionado correctamente, se debe tener cuidado para vigilar que el recipiente se presente adecuadamente delante del dispositivo de visualización **10**. Por eso, el dispositivo **10** según la invención consta de una zona de instalación en la que se deberá instalar el recipiente. Esta zona de instalación se puede definir mediante un eje de instalación **A'1** y un plano de instalación (no representado) definido como siendo un plano perpendicular al eje de instalación **A'1** ubicado al nivel del punto más bajo del dispositivo. De este modo, para ser inspeccionado correctamente, se deberá presentar un recipiente de tal modo que su eje central teórico **A1** corresponde mejor al eje de instalación **A'1** y que su anillo se presenta con su extremo superior abierto girado en dirección del dispositivo **10**, pero debajo del plano de instalación. En un caso ideal, los dos ejes **A1** y **A'1** coinciden. Entendemos que todo el dispositivo de visualización **10** según la invención se puede colocar por encima del plano de instalación mientras que el recipiente se llevará debajo del plano de instalación, sin riesgo de contacto con el dispositivo. El recipiente **14** por lo tanto, puede ser llevado por cualquier movimiento de traslación según una dirección perpendicular al eje de instalación **A'1**, sin riesgo de interferir con el dispositivo **10**.

El dispositivo y el procedimiento según la invención usan un sensor fotoeléctrico bidimensional **18** destinado a adquirir una imagen bidimensional de la superficie de anillo real del recipiente. Este sensor, también calificado como matricial, se puede incorporar a una cámara **19** y puede ser, por ejemplo, del tipo CCD o CMOS. El sensor **18** consiste, por ejemplo, en una matriz bidimensional de elementos fotoeléctricos. El sensor generalmente está asociado con un circuito electrónico de procesamiento de las señales suministradas por los elementos fotoeléctricos para entregar una señal analógica, digital o informática representativa de la imagen recibida por el sensor. Esta señal representativa de la imagen recibida por el sensor puede enviarse a un dispositivo de procesamiento de imagen y/o a un dispositivo de visualización y/o a un dispositivo de almacenamiento de imágenes (no representados). El sensor **18** generalmente se asocia con un sistema óptico objetivo **20** que puede constar de uno o varios elementos ópticos, en particular, una o varias lentes delgadas, y posiblemente un diafragma, asociados para permitir la formación de una imagen sobre el sensor.

En el ejemplo de las figuras **1A** a **1C**, el sistema objetivo óptico **20** asociado con el sensor **18** es un sistema telecéntrico objetivo. Un sistema objetivo telecéntrico se conoce bien por los expertos en la materia de los dispositivos de visión industrial ya que se usa para formar sobre el sensor una imagen que no consta o casi no consta de efecto de paralaje. En teoría óptica, un sistema objetivo telecéntrico es un sistema objetivo cuya pupila de entrada se coloca en el infinito. Se deduce que tal objetivo observa en su campo de visión según rayos de observaciones paralelas o cuasi paralelas, de ahí la ausencia de efecto de paralaje. El eje óptico del sistema objetivo **20** coincide preferentemente con el eje de instalación **A'1**. Sin embargo, uno podría imaginar que este eje óptico no es rectilíneo, sino segmentado, por ejemplo, por integración de un espejo de devolución en el sistema objetivo. Se podría prever, de este modo, un espejo de devolución de 45° con respecto al eje de instalación, de este modo, con un primer segmento del eje óptico, lado del sensor, que estaría dispuesto a 90° con respecto al eje de instalación y, un segundo segmento, en el otro lado del espejo de devolución, que se organizaría de acuerdo con el eje de instalación **A'1**.

En la ilustración de las Figuras **1A** a **1C**, el sistema óptico está dispuesto verticalmente según el eje **A'1** y se gira hacia abajo para observar la zona de instalación debajo del dispositivo, y de este modo observar un posible recipiente **14** dispuesto en la zona de instalación. El sensor fotoeléctrico **18** por lo tanto, se encuentra en el vértice del dispositivo de visualización y se gira en dirección de la zona de instalación. Con esta disposición, se entiende que la superficie teórica de anillo de un recipiente **14** colocado en la zona de instalación, por lo tanto, está contenido en un plano paralelo al plano del sensor. De este modo, con un simple objetivo telecéntrico, sin ningún otro sistema óptico, la imagen de la superficie de anillo que se formaría sobre el sensor no permitiría "ver" un defecto de planitud. Al contrario, ninguna variación en la altura de esta superficie de anillo sería visible.

Igualmente, según la invención, -un sistema óptico **24** interpuesto entre la zona de instalación del recipiente y el sensor para formar sobre el sensor una imagen de la superficie de anillo de tal recipiente colocado en la zona de instalación. Este sistema óptico comprende, además del sistema de objetivo óptico **20**, al menos un elemento óptico **22** que se dispone aquí entre el sistema objetivo **20** y la zona de instalación. El conjunto del sistema óptico **24** entre el sensor **18** y la zona de instalación comprende de este modo el sistema de objetivo **20** y los elementos ópticos **22**.

De manera práctica, se definirá el eje de instalación **A'1** como siendo la extensión en la zona de instalación del eje óptico del sistema óptico **24**.

En el ejemplo ilustrado, el sensor **18**, su sistema objetivo **20**, el elemento óptico **22** y la zona de instalación se alinean en este orden según el mismo eje de instalación **A'1**.

Según un aspecto de la invención, el procedimiento consta de la etapa que consiste en formar, aquí a través del sistema óptico **24**, una imagen plana de la superficie de anillo sobre el sensor a través de una transformación geométrica óptica que convierte la superficie de anillo real en una imagen de la superficie de anillo. La misma transformación convierte teóricamente la superficie de anillo teórica en una imagen teórica de la superficie de anillo, en el sentido de que la imagen teórica de la superficie de anillo es la imagen, que se formaría por la transformación, de una superficie de anillo real que se confundiría con la superficie de anillo teórica. Esta transformación geométrica óptica, cuyo ejemplo se ilustra en la **Figura 3**, convierte una diferencia en altura real **dZ**, según la dirección del eje central teórico, entre un punto considerado **T'** de la superficie de anillo real y un punto correspondiente **T** de la superficie de anillo teórica, en un desfase radial de imagen **dR**, sobre la imagen, del punto de imagen **IT'** de la imagen de superficie de anillo del recipiente con respecto al punto de imagen correspondiente **IT** de la imagen teórica de superficie de anillo. El punto correspondiente **T** de la superficie de anillo teórica es el punto de esta superficie teórica que tendría la misma coordenada angular que el punto considerado **usted** en un sistema de coordenadas cilíndricas centrado sobre el eje central teórico. El punto de imagen **IT'** de la imagen de la superficie de anillo del recipiente es la imagen del punto considerado **T'** de la superficie de anillo real a través del sistema óptico, debido a la transformación geométrica óptica. El punto de imagen correspondiente **IT** de la imagen teórica de la superficie de anillo es la imagen del punto correspondiente **T** de la superficie de anillo teórica a través del sistema óptico, debido a la transformación geométrica óptica.

Preferentemente, la transformación geométrica óptica no afecta el posicionamiento angular relativo de dos puntos de la superficie de anillo alrededor del eje, en el sentido de que dos puntos de la superficie de anillo real, separados por una diferencia angular alrededor del eje central teórico, ven, en la imagen obtenida por la transformación geométrica óptica, sus respectivas imágenes separadas por la misma diferencia angular alrededor de la imagen del eje central teórico.

En el ejemplo ilustrado en las **Figuras 1A a 1C**, el elemento óptico **22** que asegura lo esencial de esta transformación óptica consta de una superficie primaria de reflexión **26**, siendo la superficie primaria **26** una superficie de revolución centrada sobre el eje de instalación **A'1** y dispuesto para reflejar los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real, en dirección del sensor. La superficie primaria de reflexión **26** por lo tanto posee propiedades especulares. Puede estar ventajosamente formado por un espejo, pero también se puede realizar en forma de un prisma, es decir, una dioptría óptica.

El eje de instalación **A'1** se puede definir como el eje de simetría de revolución de la superficie primaria de reflexión **26**.

En este primer ejemplo, la reflexión de los rayos luminosos procedentes de la superficie de anillo real hacia el sensor es una reflexión directa, sin ninguna otra superficie de reflexión.

En el ejemplo ilustrado en las **Figuras 1A a 1C**, la superficie primaria de reflexión **26** es una superficie de revolución que se gira opuesta al eje de instalación **A'1**, y que se enciende en dirección de la zona de instalación. Más precisamente, la superficie primaria de reflexión **26** consta de una superficie troncocónica convexa que presenta un diámetro pequeño y un diámetro grande, los cuales son menores que el diámetro de la superficie de anillo teórica. Su diámetro pequeño está dispuesto en el lado del sensor según el eje de instalación, mientras que su diámetro grande está dispuesto en el lado de la zona de instalación.

Según un aspecto de la invención, debido a esta transformación geométrica óptica, en la imagen plana recogida por el sensor, el desfase radial de imagen resultante de una diferencia de altura real unitaria es superior al desfase radial de la imagen resultante de un desfase radial real de igual dimensión entre el punto considerado de la superficie de anillo real y un punto correspondiente de la superficie de anillo teórica. En otras palabras, la influencia de una diferencia de altura real es superior a la influencia de una diferencia radial real en el desfase de imagen radial obtenido en la transformación geométrica óptica. De este modo, un desfase de altura de 1 mm desde la superficie de anillo real con respecto a la superficie de anillo teórica daría como resultado un primer desfase radial de la imagen, mientras que un desfase radial de 1 mm desde la superficie de anillo real con respecto a la superficie de anillo teórica daría como resultado un segundo desfase radial de la imagen y, según la invención, el primer desfase radial de imagen sería superior al segundo desfase radial de imagen.

En el dispositivo de la invención, esta preponderancia está asegurada por el hecho de que el sistema óptico define un campo de observación periférico que observa la superficie de anillo desde arriba, según rayos de observación radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación y que se forman con respecto a un plano **PRef** perpendicular al eje de instalación **A'1** un ángulo de elevación de observación que es en todos los casos inferior a 45° y que preferentemente es inferior a 25°.

Preferentemente, el campo de observación periférica no tiene ruptura azimutal alrededor del eje de instalación **A'1**. En particular, no hay discontinuidad angular azimutal entre dos rayos radiales de observación infinitamente cercanos angularmente alrededor del eje de instalación. De ese modo, no hay ruptura de punto vista en la imagen, lo que dificultaría la interpretación de la imagen.

El campo de observación periférica también es preferentemente continuo en acimut en el sentido de que no se enmascara ningún ángulo de observación azimutal alrededor del eje de instalación. Sin embargo, en ciertos casos, en particular debido a restricciones de instalación de hardware, sin embargo, puede ser que uno o varios sectores angulares, alrededor del eje de instalación, estén enmascarados, mientras se conserva la ausencia de ruptura azimutal. Preferentemente, tal sector angular azimutal enmascarado será de pequeña o muy pequeña extensión, preferentemente inferior a 10 grados, o incluso preferentemente inferior a 5 grados alrededor del eje de instalación.

Un ejemplo de realización de este campo de observación periférica se ilustra en la **Figura 1A**. Este campo de observación se extiende 360° alrededor del eje de instalación. **A'1**. Este campo observa "desde arriba" en el sentido de que la superficie de anillo se observa desde arriba de un plano **Pref** perpendicular al eje central teórico **A1** de la superficie de anillo, y tangente al menos en un punto a la superficie de anillo, preferentemente, el punto más alto según la dirección del eje central teórico **A1**. El ángulo de elevación de observación corresponde al ángulo γ , con respecto a un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**, de un rayo de observación desde la superficie de anillo y susceptible de ser visto por el sensor a través del sistema óptico **24**. Dentro del marco de un dispositivo provisto de un sistema óptico telecéntrico, todos los rayos de observación que ve el sensor entran en el sistema objetivo en paralelo. Si, además, como en el sistema de la **Figura 1**, la superficie primaria de reflexión **26** es una superficie troncocónica generada por una línea recta, el ángulo de elevación de observación γ es entonces un ángulo único para cualquier rayo de observación, y se puede deducir directamente de la inclinación de la superficie primaria de reflexión **26** relativa al eje de instalación **A'1**.

No obstante, como se verá en el caso de un dispositivo que no tenga un sistema de objetivo telecéntrico, o en el caso donde el elemento óptico **22** no sería estrictamente un cono generado por una línea recta, los rayos de observación vistos por el sensor podrían tener diferentes ángulos de elevación de observación entre sí. En ese caso, se puede tomar como convención que el ángulo de elevación de observación es el ángulo más grande, con respecto a un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**, de un rayo de observación desde la superficie de anillo **16** y susceptible de ser visto por el sensor **18** a través del sistema óptico **24**.

En el ejemplo de realización del dispositivo según la invención ilustrada en la **Figura 1A**, que consta de una superficie primaria de reflexión **26** troncocónica, convexa en un plano perpendicular al eje de instalación, esta propiedad, según la cual la influencia de una diferencia de altura real es superior a la influencia de una diferencia radial real en el desfase de imagen radial obtenido en la transformación geométrica óptica, se asegura, en particular, por el ángulo de la superficie primaria de reflexión **26** con respecto al eje de instalación **A1**. Más precisamente, el medio ángulo en el vértice α característico de la superficie primaria de reflexión convexa **26** determina la relación de influencia, sobre el desfase radial de imagen, entre una diferencia de altura y una diferencia radial entre la superficie real y la superficie de anillo teórica. Cuanto más este medio ángulo en el vértice α se acerca a 45°, más importante es la influencia de la diferencia de altura sobre el desfase radial de la imagen. Por supuesto, sin embargo, se asegurará que este medio ángulo en el vértice permanezca inferior a 45°, de tal modo el elemento óptico **22** que lleva la superficie primaria de reflexión **26** se pueda organizar por encima de la superficie de anillo **16**, viendo el sensor **18** de este modo la superficie de anillo **16** desde arriba a través del sistema óptico **24**. En todo caso, este medio ángulo en el vértice α es superior a 22,5°, de modo que la influencia de la diferencia de altura real sea superior a la influencia de un desfase radial real en el desfase radial de imagen.

La superficie primaria de reflexión ya no podría ser troncocónica, sino una superficie de revolución con doble curvatura, acampanada, generada por la revolución, alrededor del eje de instalación **A'1**, de una sección de curva no recta, por ejemplo, una sección de parábola, de hipérbola o de elipse. En un plano radial, esta superficie presentará, por ejemplo, un perfil cóncavo o convexo, mientras conserva su perfil convexo en un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**. Tal superficie de doble curvatura se puede usar en particular para hacer el sistema **24**, en su totalidad, telecéntrica con respecto al sensor, si el sistema objetivo **20** en sí mismo no lo es.

Preferentemente, en el procedimiento según la invención, el desfase radial de imagen correspondiente a una diferencia de altura real unitaria es al menos 2,14 veces superior y, más preferentemente, al menos 3 veces superior al desfase radial de la imagen correspondiente a un desfase radial real de igual dimensión entre dicho punto de la superficie de anillo real y un punto correspondiente de la superficie de anillo teórica. De ese modo, se asegura que, en la imagen obtenida, un desfase radial se debe en gran medida a un desfase en la altura de la superficie de anillo real en relación con la superficie de anillo teórica en lugar de un desfase radial entre estas dos superficies.

En el dispositivo de la **Figura 1A**, esta relación de 3 en la transformación geométrica óptica corresponde a un medio ángulo en el vértice de la superficie primaria de reflexión superior a 35,785°. Este valor permite obtener un ángulo de elevación de observación inferior a 18,43°. En el ejemplo de realización ilustrada en la **Figura 1A**, el ángulo de elevación de observación es de 15° y el medio ángulo en el vértice α de la superficie primaria de reflexión **26** es de 37,5°. De manera más general, la superficie de reflexión convexa primaria **26** puede ser una superficie de revolución troncocónica, continua 360° alrededor del eje de instalación **A'1**, y presenta un medio ángulo en el vértice α igual a 45° menos la mitad del ángulo de elevación de observación.

La superficie de reflexión **26** es preferentemente sin discontinuidad de curvatura alrededor del eje de instalación **A'1**, siendo la curvatura analizada en un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**, para asegurar un campo de

observación sin ruptura azimutal.

La superficie de reflexión **26** también es preferentemente continua en azimut en el sentido de que se refleja continuamente alrededor del eje de instalación **A'1**, sin sector angular enmascarado, para asegurar la continuidad azimutal del campo de observación.

Según otro aspecto de la invención, el procedimiento de visualización prevé que la superficie de anillo real **16** del recipiente se ilumina con ayuda de un haz luminoso incidente periférico, es decir, extendiéndose 360° alrededor del eje de instalación **A'1**. La superficie de anillo está iluminada desde arriba, en el sentido de que los rayos luminosos incidentes llegan a la superficie de anillo **16** desde puntos sobre el plano **PRef** perpendicular al eje central teórico **A1** y tangente a un punto en la superficie de anillo, preferentemente, el punto más alto según la dirección del eje central teórico **A1**. Este haz luminoso periférica incidente comprende rayos luminosos radiales incidentes contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación, siendo dichos rayos radiales incidentes dirigidos hacia el eje, tal como se ilustra en la **Figura 1B**. Los rayos radiales incidentes podrían ser rayos paralelos, pero no es obligatorio y, en el procedimiento ilustrado por la **Figura 1B**, el haz luminoso incidente periférico comprende, en un medio plano radial **Pr** dado (ilustrado en la **Figura 1C**), que contiene el eje de instalación y está delimitado por el eje de instalación, rayos radiales no paralelos. Los rayos radiales están, ciertos de entre ellos, dirigidos hacia el eje de instalación, sin ser necesariamente perpendiculares a este eje. Al contrario, se ilustra en la **Figura 1B** que el haz luminoso incidente periférico puede contener rayos radiales que forman un ángulo de elevación, con un plano perpendicular al eje de instalación, comprendido preferentemente entre 0 y 45 grados. Preferentemente, el haz luminoso contiene rayos radiales según un abanico angular continuo o sustancialmente continuo. Este abanico puede tener una extensión angular de al menos 30 grados, incluso más. Los rayos contenidos en este abanico pueden formar un ángulo de elevación, con un plano perpendicular al eje central teórico, comprendido entre 5 y 40 grados.

En un dispositivo según la invención, el dispositivo consta, de este modo, un sistema de iluminación adecuado para proporcionar tal haz luminoso incidente periférico que consta de rayos radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación **A'1**. Preferentemente, este sistema de iluminación comprende una fuente luminosa anular **28** centrada sobre el eje de instalación **A'1**. Preferentemente, presenta un diámetro superior al diámetro de la superficie de anillo real de los recipientes que se desea controlar con ayuda del dispositivo. Esta fuente luminosa anular **28** está dispuesta por encima de la zona de instalación, por lo tanto, por encima de la superficie de anillo real. En un medio plano radial **Pr** que contiene el eje de instalación **A'1** y que está delimitado por este eje de instalación, la fuente luminosa anular **28** corresponde a una fuente que puede ser puntual o que, por el contrario, puede tener una cierta extensión en este medio plano **Pr** como se ilustra en las figuras. Esta fuente luminosa se ilumina en dirección de la zona de instalación, por lo tanto, en dirección del eje de instalación, pero formando con éste un ángulo para iluminar hacia abajo. Si esta fuente no es una fuente que emite rayos paralelos, preferentemente emite, en este medio plano radial, un cono luminoso que contiene rayos radiales según un abanico continuo o sustancialmente continuo, como se ilustra en la **Figura 1B**. Este abanico puede formar, por ejemplo, un sector angular que se extiende entre 5 y 40 grados con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico. La extensión angular del abanico puede estar limitada por una o varias cubiertas. Sin embargo, la fuente luminosa puede emitir según un abanico mucho más amplio.

En la medida en que la fuente luminosa **28** es periférica, se puede asimilar con una multitud de fuentes, posiblemente puntuales o casi puntuales, dispuestas alrededor del eje de instalación **A'1** y emitiendo cada una un abanico de luz tal como se definió anteriormente. Preferentemente, la fuente luminosa es continua sobre toda la periferia a 360° alrededor del eje de instalación, en el sentido de que, en cada medio plano radial, emite el mismo abanico luminoso. No obstante, en la realidad, la fuente luminosa no es perfectamente continua. De este modo, puede interrumpirse sobre un sector angular, preferentemente limitado, alrededor del eje **A'1**. También puede ser que la fuente luminosa no sea continua, en el sentido de que estaría formada por una serie de fuentes individuales yuxtapuestas, discretas, por ejemplo, formado por una serie de diodos electroluminiscentes.

Preferentemente, el haz incidente ilumina la superficie de anillo **16**, desde la parte superior, bajo una incidencia tal como, en el punto de reflexión **T'** de un rayo incidente, cuyo rayo reflejado por la superficie de anillo real es visto por el sensor, la normal "n" de la superficie de anillo forma con respecto al eje **A'1** un ángulo inferior a 30°, preferentemente inferior a 10°. En el marco de una geometría perfecta, con una superficie de anillo real correspondiente a la superficie de anillo teórica, se asegura de este modo que la luz reflejada por la superficie de anillo que ve el sensor **18** es la luz que se refleja en el punto local más alto o cerca del punto local más alto en la superficie de anillo. Se considera aquí únicamente lo que sucede en un medio plano radial **Pr** del dispositivo y de la superficie de anillo a controlar. De este modo, el punto más alto localmente en la superficie de anillo es el punto que, en el perfil de la superficie de anillo en este medio plano radial **Pr**, es el más alto según la dirección del eje de instalación. Por otra parte, el punto más alto localmente se define como aquel para el cual la normal en la superficie de anillo es paralela al eje de instalación. La **Figura 1B** ilustra un rayo incidente emitido por la fuente luminosa, que se refleja en un punto **T'** de la superficie de anillo en un rayo reflejado que es interceptado por la superficie primaria de reflexión **26** y de este modo enviado al sensor por el sistema óptico. Para la ilustración, la normal "n" en la superficie de anillo **16**, en el punto **T'**, es sustancialmente paralela a la dirección del eje de instalación, y el punto **T'** es el punto más alto localmente del perfil de la superficie de anillo en el medio plano radial correspondiente.

En el marco del dispositivo, esta condición se cumplirá seleccionando la posición adecuada de la fuente luminosa **28**. Esta posición, que puede definirse, por ejemplo, por el diámetro de la fuente anular **28** y por su posición de altura según la dirección del eje de instalación **A'1**, de hecho, define el ángulo de incidencia de los rayos que pueden iluminar la superficie de anillo. Por supuesto, el diámetro y la posición en altura de la superficie de anillo real **16** determinan, en combinación con la orientación de lo normal al punto de reflexión sobre la superficie de anillo, cuál de los rayos emitidos por la fuente **28** es susceptible de reflejarse en dirección del sensor. Por lo tanto, se entiende que, para cada diámetro de la superficie de anillo, el diámetro de la fuente anular o su posición de altura con respecto a la superficie de anillo deben adaptarse **16**. No obstante, no es necesariamente crítico detectar el punto más alto localmente en la superficie de anillo. En efecto, en el marco de una superficie de anillo plana y anular, los bordes radiales interno y externo de la superficie de anillo tienen necesariamente una forma ligeramente redondeada, lo que significa que, incluso si el punto de reflexión de la luz incidente se encuentra sobre este redondeo, la diferencia de altura entre el punto de reflexión y el punto más alto localmente generalmente se considerará insignificante. En el marco de una superficie de anillo cuyo perfil en el medio plano radial es redondeado, también se considera que el hecho de que la reflexión se realiza sobre un punto que no es el punto más alto localmente se compensa en gran medida por el hecho de que esta situación se repite sobre toda la periferia a 360°, de modo que, desde el punto de vista del análisis de planitud, el error de este modo cometido generalmente se considera insignificante. De este modo, aunque es posible proporcionar un dispositivo donde la fuente luminosa sea ajustable, ajustando su posición radial o su posición según la dirección del eje de instalación, para ajustar el ángulo de incidencia del haz luminoso sobre la superficie de anillo, tal disposición no es necesaria. De este modo, es posible realizar un dispositivo donde haya una sola fuente luminosa anular que tenga un diámetro definido y una posición fija según el eje de instalación. En ese caso, el diámetro de la fuente luminosa anular **28** y su posición sobre la dirección del eje se elegirá ventajosamente para cumplir con la condición anterior, ya sea para un diámetro promedio de la superficie de anillo de los recipientes a controlar, o bien, para corresponder a un diámetro preferido de la superficie de anillo correspondiente a recipientes controlados con mayor frecuencia por el dispositivo. En una variante, para cubrir mejor un amplio rango de diámetro de superficie de anillo, se puede prever que el dispositivo tenga varias fuentes luminosas anulares, por ejemplo, desplazamiento según la dirección del eje de instalación y/o de diferente diámetro, estas diferentes fuentes luminosas se pueden usar simultáneamente, o alternativamente, dependiendo del diámetro de la superficie de anillo de un recipiente a inspeccionar.

Se ilustra en **Figuras 2A y 2B** un segundo modo de realización de un dispositivo según la invención que consta de una superficie primaria de reflexión **126** y de una superficie de reflexión de devolución **132**, permitiendo que se implemente un segundo procedimiento según la invención.

El sistema de adquisición de imágenes, incluyendo el sensor **18**, su sistema objetivo **20** y cualquier dispositivo de procesamiento de imágenes, de visualización y/o de almacenamiento son idénticos a los descritos con referencia al modo de realización de la **Figura 1** y, por lo tanto, no se describirá más en el marco de este segundo modo de realización. Asimismo, pueden usarse los mismos sistemas de iluminación en los dos modos de realización, y el sistema de iluminación no se describirá en detalle, salvo por lo que concierne a la variante ilustrada en la **Figura 2B**.

En este segundo modo de realización, el sistema óptico **124**, que está dispuesto entre el sensor **18** y la zona de instalación, presentan una superficie primaria de reflexión **126** que consta de una superficie de revolución girada hacia el eje de instalación. Esta superficie de revolución es acampanada en la dirección del eje de instalación y tiene un diámetro pequeño y un diámetro grande, ambos mayores que el diámetro de la superficie de anillo teórico. De esta manera, la superficie primaria de reflexión **126** puede devolver, en dirección del eje de instalación **A'1**, rayos luminosos procedentes de la superficie de anillo real según el ángulo de elevación de observación **Y**.

En este segundo modo de realización, el dispositivo consta, entre la superficie primaria de reflexión **126** y el sensor **18**, de al menos una segunda superficie de reflexión. Como se puede ver en la **Figura 2A**, los rayos reflejados por la superficie primaria de reflexión **126** son interceptados por una superficie de reflexión de devolución **132**. La superficie de reflexión de devolución **132** está dispuesta en el campo de visión del sensor, este campo de visión está definido por el sistema de objetivo óptico **20**. En el ejemplo, esta superficie de reflexión de devolución **132** consta de una superficie de revolución girada opuesta al eje de instalación **A'1**, para devolver los rayos en dirección del sensor.

En este modo de realización, a diferencia del primer modo de realización, la superficie primaria **126**, siendo una superficie de revolución centrada sobre el eje de instalación **A'1**, está dispuesta para reflejar indirectamente los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real desde el ángulo de elevación de observación **Y**, en dirección del sensor **18**. En efecto, la reflexión sobre la superficie primaria **126** es indirecta porque es seguida por al menos una reflexión, aquí sobre la superficie de reflexión de devolución **132**, antes de desembocar en el sensor **18**.

En el modo de realización ilustrado, la superficie primaria de reflexión **126** es una porción de una superficie troncocónica, cóncava en un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**. Por ejemplo, se forma sobre la cara interna de una corona anular **122**.

Como para el primer modo de realización, la superficie primaria de reflexión **126** ya no podría ser troncocónica, sino una superficie de revolución con doble curvatura, acampanada, a la vez que permanece cóncava en un plano perpendicular al eje de instalación **A'1**.

En el modo de realización ilustrado, la superficie de reflexión de devolución **132** es una superficie convexa troncocónica centrada sobre el eje de instalación **A'1**. La superficie de reflexión de devolución **132** se forma sobre la superficie externa de un tronco de cono **134**. En el ejemplo ilustrado, presenta un diámetro pequeño y un diámetro grande que son ambos menores que el diámetro de la superficie de anillo de un recipiente a controlar, pero esta característica no es obligatoria. El diámetro grande está dispuesto debajo del diámetro pequeño. La superficie de reflexión de devolución **132** cabe en el campo de visión del sensor **18** definido por el sistema objetivo **20**.

En un modo de realización ventajoso, la trayectoria de los rayos entre la superficie primaria de reflexión **126** y la superficie de reflexión de devolución **132** es perpendicular o sustancialmente perpendicular al eje de instalación. Tal disposición hace posible reducir considerablemente la sensibilidad del dispositivo a un posible defecto de centrado de la superficie primaria de reflexión **126** o la superficie de reflexión de devolución **132**. Por eso, la superficie de reflexión de devolución troncocónica **132** presenta un ángulo medio en el vértice de 45° y está dispuesta a la misma altura según la dirección del eje de instalación **A'1** que la superficie primaria de reflexión **126**. La superficie primaria de reflexión **126** en este caso tiene un medio ángulo en el vértice α' que es igual a la mitad del ángulo de elevación de observación deseado γ . De este modo, para un ángulo de elevación de observación deseado γ de 15° , la superficie primaria de reflexión **126** presenta una conicidad cuyo medio ángulo en el vértice α' es $7,5^\circ$, siendo la superficie primaria de la reflexión troncocónica **126** acampanada, con su gran diámetro dispuesto debajo de su pequeño diámetro según la dirección del eje de instalación.

No obstante, también se puede realizar una variante de este segundo modo de realización donde la superficie de reflexión de devolución **132** sería una superficie troncocónica con un medio ángulo en el vértice β inferior a 45° , por ejemplo, igual a 45° menos un ángulo δ (delta). En ese caso, la superficie de reflexión de devolución **132** estaría dispuesta por encima del nivel de la superficie primaria de reflexión **126**, y la superficie primaria de reflexión **126** tendría un medio ángulo en el vértice α' igual a la mitad del ángulo de elevación de observación deseado γ menos el valor del ángulo δ (Δ). Si el valor de este modo obtenido es negativo, eso significa que, a diferencia de los modos de realización preferentes, la superficie primaria de reflexión **126** se acampana hacia el alto, estando su diámetro más grande dispuesto por encima de su diámetro más pequeño.

En los dos ejemplos de dispositivos descritos anteriormente, se asegura que la superficie de anillo se observa por el sensor **18**, a través del sistema óptico **24** o **124**, según un ángulo de elevación de observación Y rasante, es decir, formando un ángulo pequeño con respecto a un plano perpendicular al eje de instalación, preferentemente inferior a 25° o menos. Por otra parte, en ambos modos de realización, se ve que la superficie de anillo **16** se observa "desde el interior", es decir que los rayos de observación, en su trayectoria entre la superficie de anillo y el sensor, se dirigen en dirección del eje de instalación cuando abandonan la superficie de anillo **16** en dirección de la superficie primaria de reflexión **26**, **126**. En cambio, los dos modos de realización difieren en este sentido en que, en el primer modo de realización, la superficie primaria de reflexión **26** está dispuesta radialmente en el interior con respecto al diámetro de la superficie de anillo, mientras que, en el segundo modo de realización, la superficie primaria de reflexión **126** está dispuesta radialmente en el exterior con respecto al diámetro de la superficie de anillo **16**. En el primer modo de realización, un rayo de observación procedente de la superficie de anillo **16** es interceptado por la superficie primaria de reflexión **26** en el mismo medio plano radial **PRef**, según un trayecto corto. En el segundo modo de realización, un rayo de observación procedente de la superficie de anillo **16** es interceptado por la superficie primaria de reflexión **126** en un punto diametralmente opuesto al punto de origen sobre la superficie de anillo, según un trayecto largo que corta el eje de instalación **A'1**. Para el mismo ángulo de elevación de observación γ , se entiende que la distancia necesaria, según la dirección del eje de instalación, entre la superficie primaria de reflexión **26** o **126** y la superficie de anillo **16** es mayor en el caso del segundo modo de realización que en el caso del primer modo de realización.

En el segundo modo de realización, la fuente luminosa **28** también es una fuente luminosa anular **28** que presenta un diámetro superior al diámetro de la superficie de anillo. En el ejemplo ilustrado, el diámetro de la fuente luminosa anular **28** es superior al diámetro de la corona **122** anular que lleva la superficie primaria de reflexión **126**. En este modo de realización, la fuente luminosa **28** está dispuesta sustancialmente a la misma altura según la dirección del eje de instalación que la superficie primaria de reflexión **126**. No obstante, esta posición es puramente ilustrativa y podría adaptarse en función del diámetro y la posición axial de la superficie de anillo del recipiente a inspeccionar.

Este segundo modo de realización de la invención presenta la ventaja de permitir disponer el sistema óptico **124** a una mayor distancia de la superficie de anillo según la dirección del eje de instalación.

Cabe señalar que la **Figura 2B** ilustra una variante del modo de realización de la **Figura 2A** que solo difiere por el hecho de que el sistema de iluminación consta de, además de la fuente luminosa anular **28**, un reflector **140** dispuesto justo debajo de la fuente luminosa anular **28**. Este reflector **140** aquí consta de una superficie troncocónica, girada en dirección del eje de instalación. La superficie del reflector **140** está acampanada hacia arriba y, por lo tanto, presenta un diámetro sustancialmente idéntico al de la fuente luminosa **28**. Refleja rayos sustancialmente verticales, emitidos por la fuente luminosa **28**, en dirección de la zona de instalación según una incidencia rasante, en dirección de la superficie de anillo. Tal reflector permite concentrar la luz emitida por la fuente luminosa **28** en dirección de la superficie de anillo, bajo una incidencia rasante favorable a la invención.

En la **Figura 3**, se ha ilustrado esquemáticamente la transformación geométrica óptica operada por el sistema óptico, aquí ilustrado en el marco del segundo modo de realización. Se ha ilustrado de este modo una diferencia entre un punto **T'** de la superficie de anillo real **16** y un punto correspondiente **T** de la superficie de anillo teórica. En el ejemplo, esta diferencia es una diferencia puramente vertical **dZ**, por lo tanto, se extiende únicamente según la dirección del eje de instalación. La trayectoria (teórica) de un rayo de observación desde el punto se ilustra en línea continua **T** desde la superficie de anillo teórica en dirección del sensor fotoeléctrico, y en líneas discontinuas la trayectoria de un rayo de observación desde el punto **T'** de la superficie de anillo real. En la parte inferior de la **Figura 3**, se ha ilustrado la proyección de la imagen **I** tal como se ilustra por el sensor a través del sistema óptico, constando esta imagen de una línea **I16** ilustrando la imagen teórica de la superficie de anillo. La imagen de superficie de anillo real se ilustra aquí como una línea **I16'** que es la imagen, formada por el sistema óptico **24** o **124** sobre el sensor **18**, de la reflexión del haz incidente sobre la superficie de anillo **16**. El espesor de esta línea según la dirección radial en la imagen está determinado en particular por la geometría, por ejemplo, plana, redondeada, en **V** invertida o poligonal, del perfil de la superficie de anillo en sección en un plano radial, por la extensión de la fuente luminosa en el mismo plano radial, y por el ángulo del abanico luminoso entregado por esta fuente. Las líneas **L1** y **L2** ilustran los límites del campo de observación impuesto por el sistema óptico, en particular por el tamaño de la superficie primaria de reflexión **126** según de la dirección del eje de instalación. La imagen de superficie de anillo real **I16'**, ilustrada en líneas discontinuas, coincide sustancialmente sobre toda la periferia con la imagen teórica de un anillo **I16**, ilustrada en línea continua. Se ve que, en el sector angular correspondiente al punto **T'** de la superficie de anillo que presenta un defecto localizado, la imagen real de la superficie de anillo **I16'** se desmarca de la imagen teórica del anillo **I16** y presente, en la imagen, un desfase radial de imagen **dR**. Se puede ver que la diferencia en altura **dZ** según la dirección del eje de instalación se convierte según una transformación geométrica óptica, debido al sistema óptico **124**, en un desfase radial de imagen **dR** sobre la imagen por el sensor.

En el ejemplo de realización ilustrado, esta conversión puede describirse por la relación:

$$dR=dZ * G * \cos(Y)$$

con **G** = aumento del sistema objetivo **20**.

Si tuviéramos que trazar un esquema equivalente para ilustrar la influencia de una diferencia radial entre la superficie de anillo real y la superficie de anillo teórica, se percibiría que la influencia de esta diferencia sobre el desfase de imagen **dR** sería muy débil, proporcional al seno del ángulo de elevación de observación **Y**. Ahora bien, utilizando un ángulo de elevación de observación inferior a 25°, o incluso inferior a 18,43°, la influencia de tal diferencia radial se minimiza considerablemente.

Se puede ver que la transformación óptica geométrica propuesta en el procedimiento según la invención, e implementada por el sistema óptico según la invención, forma, sobre el sensor, una imagen óptica completa y continua de la superficie de anillo real. Esta imagen óptica completa y continua se forma sobre el sensor sin transformación digital, únicamente por un procedimiento óptico que actúa sobre la luz. En el ejemplo ilustrado, esta imagen óptica completa y continua se forma sobre el sensor por el sistema óptico **24** sin transformación digital.

Cabe señalar que, preferentemente, el desarrollo del sistema óptico **24**, en particular, por el sistema objetivo **20**, está hecho sobre la superficie de anillo **16** (a excepción de las aberraciones de astigmatismo fuerte), para conjugar la superficie de anillo **16** con la superficie del sensor. Los rayos luminosos procedentes de la fuente **18** y que se reflejan sobre la superficie de anillo **16** permiten formar la imagen de la superficie de anillo. Proporcionan la luz necesaria.

En otras palabras, la imagen de la superficie de anillo **I16'** preferentemente está constituida por rayos radiales del haz luminoso incidente que se reflejan por reflexión especular sobre la superficie de anillo **16** y están dirigidos por el sistema óptico **24**, incorporando en particular la superficie primaria de reflexión **26**, **126**, sobre el sensor **18**. En ciertos modos de realización, se considera que la imagen **I16** de la superficie de anillo real preferentemente está constituida únicamente por rayos radiales del haz luminoso incidente que se reflejan por reflexión especular sobre la superficie de anillo **16** y están dirigidos por el sistema óptico **24**, incorporando en particular la superficie primaria de reflexión **26**, **126**, sobre el sensor **18**.

La imagen obtenida por un dispositivo o un procedimiento según la invención puede usarse en forma de una imagen visualizada. De este modo, se puede asignar un operario al control visual de tales imágenes para detectar posibles defectos en la superficie de anillo y determinar el tipo. En efecto, en función de la geometría de la imagen real de la superficie de anillo **I16'** un operario podrá distinguir defectos muy localizados con respecto a defectos más extendidos.

En la mayoría de los casos, la imagen de la superficie de anillo **I16'** podrá ser similar a una línea, donde será posible definir una línea **I16'** representativa de la imagen de la superficie de anillo, por ejemplo, eligiendo una línea de borde interior o exterior o una línea media de la imagen de la superficie de anillo como una línea representativa.

Una línea teórica **I16** representativa de la imagen teórica de la superficie de anillo puede ser una línea predefinida,

por ejemplo, un círculo centrado sobre la imagen del eje de instalación **IA'1**. La línea teórica **I16** representativa de la imagen teórica de la superficie de anillo se puede deducir de la imagen de la superficie de anillo **I16'**, por ejemplo, por cálculo en el seno de un dispositivo de procesamiento de imágenes, aplicando a esta imagen una transformación digital con el objetivo de estimar, en función de la imagen de la superficie de anillo **I16'**, la línea teórica correspondiente.

A partir de la imagen obtenida de este modo, el procedimiento según la invención puede constar de una etapa de determinación que consta de la determinación de una diferencia radial de imagen entre la línea **I16'** representativa de la imagen de la superficie de anillo y de la línea teórica **I16** representativa de la imagen teórica de la superficie de anillo. Para hacer esto, se podrá usar, como línea que representa la imagen de la superficie de anillo, la imagen formada por el sistema óptico **24** o **124** sobre el sensor, de la reflexión del haz incidente sobre la superficie de anillo. Esta determinación puede efectuarse, en un dispositivo según la invención, por un dispositivo de procesamiento de imágenes asociado con el sensor **18**, incluyendo, en particular, por ejemplo, un ordenador.

Se ilustra en la **Figura 4** un tercer modo de realización de la invención que difiere del primer modo de realización solo por que el sistema óptico objetivo **20** asociado con el sensor **18** no es un objetivo telecéntrico sino, por ejemplo, un objetivo clásico, equivalente al que se encuentra en una cámara fotográfica o una cámara convencional, donde la pupila de entrada del objetivo se coloca en el objetivo. En ese caso, se ve que los rayos de observación ya no están, en la zona de instalación, paralelos entre sí en un medio plano radial **Pr**, sino que presentan, por el contrario, una divergencia. De este modo, para un mismo desfase de altura dZ real, el desfase dR observado varía con la distancia desde el anillo al eje **A'1**. Como resultado, un desfase radial del eje **A1** del anillo con respecto al eje **A'1** de la instalación da como resultado una modificación compleja en la forma de la imagen de anillo real (curva no circular).

Independientemente de que el sistema óptico **24**, **124** sea o no telecéntrico, el desfase radial de la superficie de anillo real con respecto al eje de la instalación da como resultado deformaciones geométricas de la imagen del anillo real. La telecentricidad reduce y simplifica estas deformaciones.

Con respecto a la imagen teórica de superficie de anillo, la imagen de la superficie de anillo real puede de este modo combinar varias deformaciones, en particular:

- a) deformaciones vinculadas al desplazamiento de la superficie de anillo real con respecto a la superficie de anillo teórica,
- b) deformaciones vinculadas a la ovalización de la superficie de anillo real,
- c) defectos vinculados con una inclinación de la superficie de anillo real, y
- d) deformaciones vinculadas a defectos de planitud. Debe entenderse que debido a la observación rasante (y bajo), las deformaciones vinculadas a los defectos de planitud son máximas y las otras pueden descuidarse. Sin embargo, con el objeto de una mayor precisión, el sistema de procesamiento puede identificar y/o calificar y/o cuantificar las diferentes deformaciones.

Las **Figuras 5A** y **5B** ilustran imágenes que pueden obtenerse usando un dispositivo o procedimiento según la invención. Tales imágenes se pueden obtener directamente sobre el sensor **18**, directamente por simple transformación geométrica óptica a través del sistema óptico **24**, y constan de una imagen real de la superficie de anillo **I16** continúa sobre toda su periferia alrededor de la imagen del eje central teórico **IA1**.

La **Figura 5A** ilustrada, en líneas discontinuas, la imagen **I16'** de una superficie de anillo real cuyo eje central teórico **A1** coincide con el eje de instalación **A'1**. En este caso la imagen teórica del anillo **I16**, ilustrada en líneas continuas, es una imagen perfectamente circular, y es entonces fácil identificar un defecto de planitud observando el desfase radial de la imagen entre las curvas **I16'** y **I16**.

La **Figura 5B** ilustra la imagen **I16'** de una superficie de anillo real cuyo eje central teórico **A1** está, por ejemplo, radialmente desfasado y/o inclinado con relación al eje de instalación **A'1**. En este caso la imagen teórica del anillo **I16** no es una imagen perfectamente circular, sino una curva cerrada descentrada con respecto a la imagen del eje de instalación **IA'1**. La curva cerrada **I16** tiene, por ejemplo, una forma sustancialmente oblonga. Se puede determinar para esta curva cerrada **I16** un isobaricentro **IA1**, y, a partir de este isobaricentro **IA1**, determinar una diferencia de distancia entre un punto en la imagen **I16'** de una superficie de anillo real y un punto correspondiente, con la misma coordenada angular, en la imagen teórica del anillo **I16**. Esta distancia permite determinar un defecto de planitud. Alternativamente, se puede determinar la transformación geométrica que permite recuperar la imagen teórica del anillo **I16** a un círculo centrado, y aplique esta transformación a la imagen real del anillo **I16'**, y de este modo reducir al caso de la **Figura 5A** al haber eliminado las diferencias debido al defecto de desplazamiento y/o de inclinación.

Se ilustra en la **Figura 6** una línea de inspección **200** de recipientes **14** que implementa un dispositivo **10** según la invención. En el ejemplo ilustrado, unos recipientes **14** son movidos por un transportador **210** que transporta los recipientes **14** según una dirección de desplazamiento, por ejemplo, de traslación horizontal perpendicular al eje central teórico **A1** de los recipientes **14**. En el ejemplo ilustrado, el transportador **210** consta de una alfombra transportadora **212** sobre la que los recipientes **14** son puestos por su superficie de fondo, también llamada plano de

colocación, con su eje central teórico **A1** dispuesto verticalmente. El transportador podría constar de una rueda transportadora que desplaza los recipientes **14** según una trayectoria de desplazamiento circular, en particular, en un plano horizontal. El transportador **210** también podría constar de medios de guía (no representados) que cooperan con las caras laterales de los recipientes **14**. Los recipientes **14** presentan de este modo su superficie de anillo **16** en un plano horizontal girado hacia arriba. El transportador **210** lleva los recipientes según de la trayectoria horizontal por debajo del dispositivo **10** según la invención, sin riesgo de interferencia con el dispositivo **10**. El dispositivo **10** puede comprender una caja **230** que incorpora, en particular, el sensor **18**, el sistema objetivo **20** una superficie primaria de reflexión **126** y posiblemente una superficie de reflexión de devolución **132** como se ilustra en la **Figura 6**. La caja **230** está dispuesta por encima del transportador. En el interior de la caja **230**, un dispositivo **10** según la invención está dispuesto con su eje de instalación **A'1** en posición vertical, de tal manera que el campo de observación y el haz luminoso incidente estén orientados hacia abajo, hacia la zona de instalación **Z** que se sitúa entre la cara inferior de la caja **130** y la alfombra transportadora **212**. Por lo tanto, se entiende que, al nivel de esta estación, el transportador **210** lleva los recipientes para que su eje central teórico **A1** coincida mejor con el eje de instalación **A'1**. En el momento de esta coincidencia, se adquiere una imagen gracias al dispositivo **10**, sin que esto necesite el manejo del recipiente o la detención del transportador. La imagen adquirida por el dispositivo **10** luego se puede enviar a un sistema de procesamiento **240**, por ejemplo, un dispositivo de procesamiento de imágenes y/o un dispositivo de visualización y/o un dispositivo de almacenamiento de imágenes, por ejemplo, un sistema informático que comprende un ordenador. Entonces es posible analizar la imagen de este modo adquirida y poder identificar, incluso cuantificar, en esta imagen, un posible defecto de planitud de la superficie de anillo **16** del recipiente **14**.

Por lo tanto, el dispositivo y el procedimiento no tienen contacto físico con el recipiente que se va a controlar. Un dispositivo según la invención resulta ser menos costoso y de menor volumen que los dispositivos de la técnica anterior, permitiendo en particular su fácil instalación en una estación o línea de inspección de artículos, estación o línea de inspección que puede constar de otros dispositivos destinados a otros controles, y la estación o línea de inspección puede instalarse de este modo en una línea de producción donde los recipientes circulan en una cadena. Tal dispositivo permite el control de los recipientes en línea, ya sea sobre una línea de producción de recipientes, o sobre una línea de procesamiento de recipientes, o sobre una línea de llenado.

El dispositivo y el procedimiento según la invención pueden implementarse con un único sensor fotoeléctrico bidimensional, por ejemplo, una sola cámara, y de todos modos dan información sobre la planitud de toda la superficie de anillo, esto a partir de una sola imagen bidimensional óptica, adquirida directamente por el sensor, y no a partir de varias imágenes ópticas adquiridas de manera separada.

El sistema de observación según la invención se presenta aquí en realizaciones preferentes donde las superficies reflectantes son espejos. Es considerable obtener los mismos resultados utilizando elementos ópticos del tipo de prisma, que presentan también superficies cónicas, por ejemplo, provocando reflexiones totales. Un elemento óptico en el seno del significado de la invención puede comprender una lente de Fresnel. Tales medios también permiten una observación con los mismos valores del ángulo γ , y es posible concebir por estos medios observaciones telecéntricas o no.

La invención no se limita a los ejemplos descritos y representados, ya que se pueden aportar a ella diversas modificaciones sin salirse de su marco.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de visualización de la planitud de una superficie de anillo real **(16)** de un recipiente **(14)**, teniendo la superficie de anillo una geometría teórica plana y anular o circular alrededor de un eje central teórico **(A1)**, del tipo que consta de las etapas que consisten:
- en iluminar la superficie de anillo real **(16)** del recipiente con ayuda de un haz luminoso incidente periférico,
 - en formar, por medio de un sistema óptico **(24, 124)**, una imagen plana de la superficie de anillo del recipiente, sobre un sensor fotoeléctrico bidimensional **(18)**, **caracterizado por que**:
 - el haz luminoso periférica incidente comprende rayos luminosos radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje central teórico **(A1)**, estando dichos rayos radiales dirigidos hacia el eje central teórico **(A1)**,
 - el haz luminoso incidente periférico ilumina la superficie de anillo **(16)** desde arriba, y los rayos radiales del haz luminoso incidente se reflejan por reflexión especular sobre la superficie de anillo **(16)**,
 - el sistema óptico **(24, 124)** consta de una superficie primaria de reflexión **(26, 126)**, la superficie primaria de reflexión **(26, 126)** estando una superficie de revolución centrada sobre el eje central teórico **(A1)** y dispuesta para reflejar directa o indirectamente rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real desde el ángulo de elevación de observación, en dirección del sensor,
 - el procedimiento consta de la etapa de observar la superficie de anillo real **(16)**, por el sistema óptico **(24, 124)**, bajo un ángulo de elevación de observación (γ) inferior a 25° con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico **(A1)**,
 - **por que** la etapa que consiste en formar una imagen plana consta de una transformación geométrica óptica que convierte la superficie de anillo real **(16)** en una imagen de superficie de anillo **(I16')**, convirtiendo esta transformación teóricamente la superficie de anillo teórica en una imagen teórica de la superficie de anillo **(I16)**,
 - **por que** la transformación geométrica óptica convierte una diferencia en altura real **(dZ)**, según la dirección del eje central teórico **(A1)**, entre un punto considerado **(T')** de la superficie de anillo real **(16)** y un punto correspondiente **(T)** de la superficie de anillo teórica, en un desfase radial de imagen **(dR)**, sobre la imagen, del punto de imagen **(IT')** de la imagen de superficie de anillo del recipiente con respecto al punto de imagen correspondiente **(IT)** de la imagen teórica de superficie de anillo,
 - y **por que**, en la imagen plana, el desfase radial de imagen **(dR)** correspondiente a una diferencia de altura real **(dZ)** unitaria es superior al desfase radial de la imagen correspondiente a un desfase radial real de igual dimensión entre dicho punto considerado **(T')** de la superficie de anillo real y un punto correspondiente **(T)** de la superficie de anillo teórica.
2. Procedimiento de visualización según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el desfase radial de imagen **(dR)** correspondiente a una diferencia de altura real **(dZ)** unitaria es al menos 3 veces superior al desfase radial de la imagen correspondiente a un desfase radial real de igual dimensión entre el punto considerado de la superficie de anillo real y un punto correspondiente a la superficie de anillo teórica.
3. Procedimiento de visualización según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el procedimiento consta de la etapa de observar la superficie de anillo real **(16)**, por el sistema óptico **(24, 124)**, bajo un ángulo de elevación de observación (γ) inferior a $18,43^\circ$ con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico **(A1)**.
4. Procedimiento de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sistema óptico **(24, 124)** define un campo de observación periférico que observa la superficie de anillo **(16)** según los rayos de observación radiales que están contenidos en un plano radial que contiene el eje central teórico y que **(A1)** se forman con respecto a un plano perpendicular al eje teórico central un ángulo **(A1)** teórico central inferior a 25° .
5. Procedimiento de visualización según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el ángulo de elevación de observación es inferior a $18,43^\circ$ con respecto a un plano perpendicular al eje central teórico.
6. Procedimiento de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la etapa que consiste en formar una imagen plana **(I)** incluye la formación óptica de una imagen bidimensional completa y continua **(I16')** de la superficie de anillo real **(16)**.
7. Procedimiento de visualización según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el haz incidente ilumina la superficie de anillo bajo una incidencia tal que, en el punto de reflexión de un rayo incidente, cuyo rayo reflejado por la superficie de anillo real **(16)** es visto por el sensor, la normal **(n)** en la superficie de anillo **(16)** forma un ángulo inferior a 30° con respecto a la dirección del eje central teórico **(A1)**.
8. Procedimiento de determinación de la planitud de una superficie de anillo real **(16)** de un recipiente **(14)**, teniendo la superficie de anillo **(16)** una geometría teórica plana y anular alrededor de un eje central teórico **(A1)**, **caracterizado por que** el procedimiento consta del procedimiento de visualización según una de las reivindicaciones anteriores y, **por que** el procedimiento consta de una etapa de determinación que consta de la determinación de un desfase radial de imagen **(dR)** entre una línea **(I16')** representativa de la imagen de la superficie

de anillo (16) y una línea teórica (I16) representativa de la imagen teórica de superficie de anillo.

9. Dispositivo de visualización de la planitud de una superficie de anillo real (16) de un recipiente (14), teniendo la superficie de anillo una geometría teórica plana y anular o circular alrededor de un eje central teórico (A'1), del tipo donde el dispositivo (10) presenta una zona para la instalación de un recipiente, teniendo esta zona de instalación un eje de instalación (A'1), del tipo que consta de:

- un sistema de iluminación (28, 140) adecuado para proporcionar un haz luminoso incidente periférico que consta de rayos radiales contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación (A'1), estando dichos rayos radiales dirigidos hacia el eje de instalación (A'1),
- un fotosensor eléctrico bidimensional (18),
- un sistema óptico (24, 124) interpuesto entre la zona de instalación del recipiente y el sensor (18) adecuado para formar sobre el sensor (18) una imagen (I16') de la superficie de anillo (16) de un recipiente (14) colocado en la zona de instalación,

y del tipo donde el sistema de iluminación (28, 140), el sensor (18) y el sistema óptico (24, 124) están dispuestos por encima de la zona de instalación,

caracterizado por que el dispositivo (10) consta de una superficie primaria de reflexión (26, 126), siendo la superficie primaria de reflexión (26, 126) una superficie de revolución centrada sobre el eje de instalación y (A'1) dispuesta para reflejar directa o indirectamente los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real (16) desde el ángulo de elevación de observación, en dirección del sensor (18);

por que el sistema óptico (24, 124) define un campo de observación periférico que observa la superficie de anillo (16) según los rayos de observación radiales que están contenidos en un plano radial que contiene el eje de instalación (A'1), y que se forman con respecto a un plano perpendicular al eje de instalación (A'1) un ángulo de elevación de observación inferior a 25 grados,

y **por que** el sistema de iluminación comprende una fuente luminosa (28) centrada sobre el eje de instalación (A'1) y que presenta un diámetro superior al diámetro de la superficie de anillo (16).

10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** el dispositivo consta de un sensor fotoeléctrico bidimensional (18) único sobre el que se forma una imagen completa y continua (I16') de la superficie de anillo real (16).

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado por que** la superficie primaria de reflexión (126) refleja indirectamente los rayos luminosos en dirección del sensor (18) y **por que** el dispositivo consta, entre la superficie primaria de reflexión (126) y el sensor (18), de al menos una segunda superficie de reflexión (132).

12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado por que** la superficie primaria de reflexión (26) consta de una superficie de revolución, girada opuesta al eje de instalación, y presentando un diámetro pequeño y un diámetro grande ambos inferiores al diámetro más pequeño de la superficie de anillo teórica.

13. Dispositivo según la reivindicación 12, **caracterizado por que** la superficie primaria de reflexión (26) es una superficie troncocónica convexa y presenta un medio ángulo en el vértice (α) igual a 45° menos la mitad del ángulo de elevación de observación (γ).

14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado por que** la superficie primaria de reflexión (126) consta de una superficie de revolución, girada hacia al eje de instalación (A'1), que presenta un diámetro pequeño y un diámetro grande ambos mayores que el diámetro más grande de la superficie de anillo teórica para devolver, en dirección del eje de instalación (A'1), los rayos luminosos, procedentes de la superficie de anillo real (16) desde el ángulo de elevación de observación (γ), siendo dichos rayos interceptados por una superficie de reflexión de devolución (132) que consta de una superficie de revolución (132) girada opuesta al eje de instalación (A'1) para devolver los rayos en dirección del sensor (18).

15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 o 14, **caracterizado por que** la trayectoria de los rayos entre la superficie primaria de reflexión (126) y la superficie de reflexión de devolución (132) es perpendicular al eje de instalación (A'1).

16. Dispositivo según la reivindicación 15, **caracterizado por que** la superficie de reflexión de devolución (132) consta de una superficie de revolución troncocónica convexa que está centrada sobre el eje de instalación (A'1) y que presenta un medio ángulo en el vértice (β) de 45°.

17. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado por que** consta, entre el sensor (18) y la superficie primaria de reflexión (126), de un sistema óptico telecéntrico (20).

18. Línea de inspección (200) de recipientes (14) que presenta una superficie de anillo (16), del tipo donde los recipientes (14) se desplazan sobre una línea de transporte por un transportador (210) que transporta los recipientes (14) según una dirección de desplazamiento horizontal perpendicular a un eje central teórico (A1) de los recipientes

5 **14** que presentan de este modo su superficie de anillo **(16)** en un plano horizontal girado hacia arriba, **caracterizada por que** la instalación consta de un dispositivo **(10)** según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, que está dispuesto sobre la instalación con su eje de instalación **(A'1)** en posición vertical, de tal manera que el campo de observación y el haz luminoso incidente estén orientados hacia abajo, hacia la zona de instalación **(Z)** que se encuentra entre el dispositivo y un órgano de transporte del transportador **(212)**.

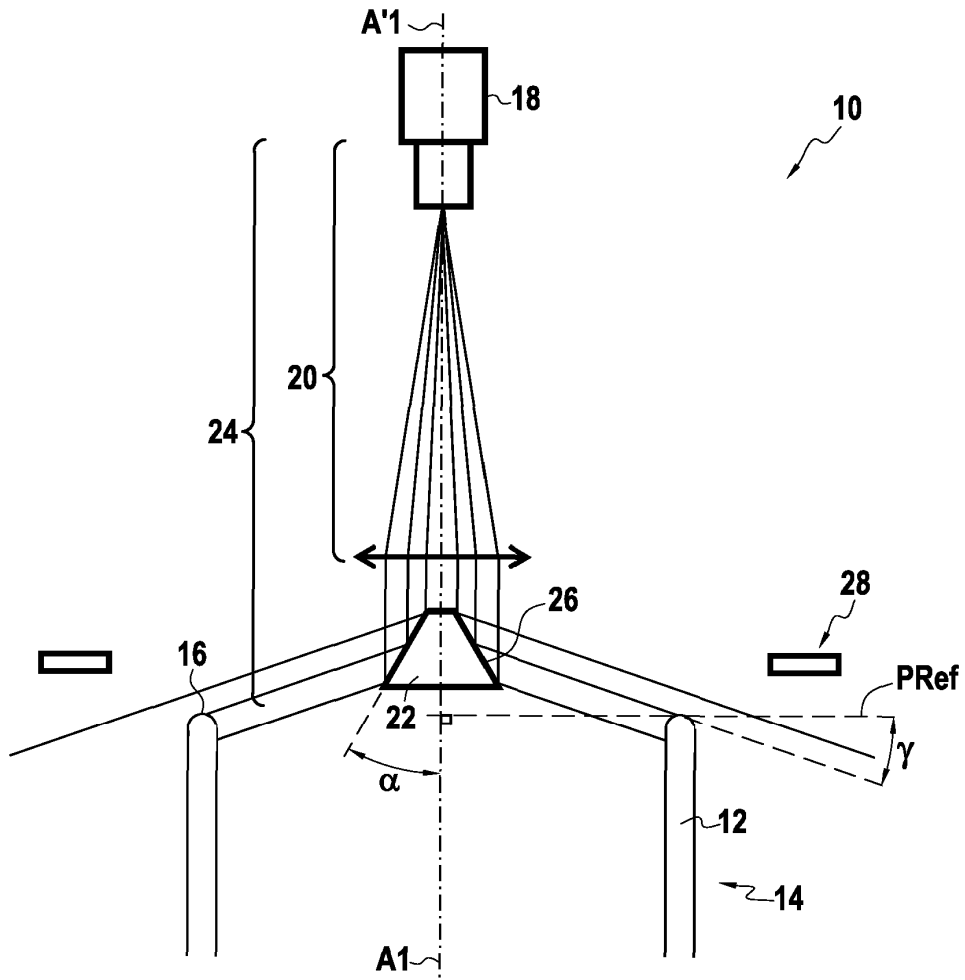


FIG.1A

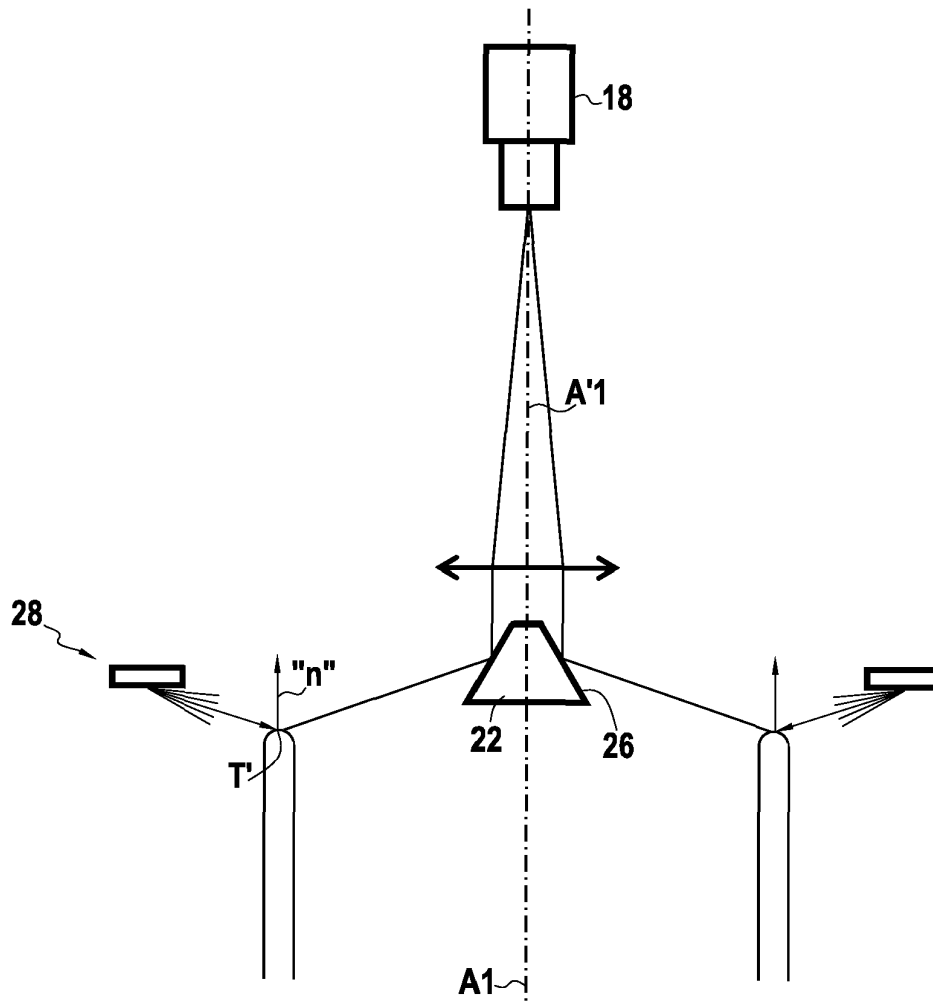


FIG.1B

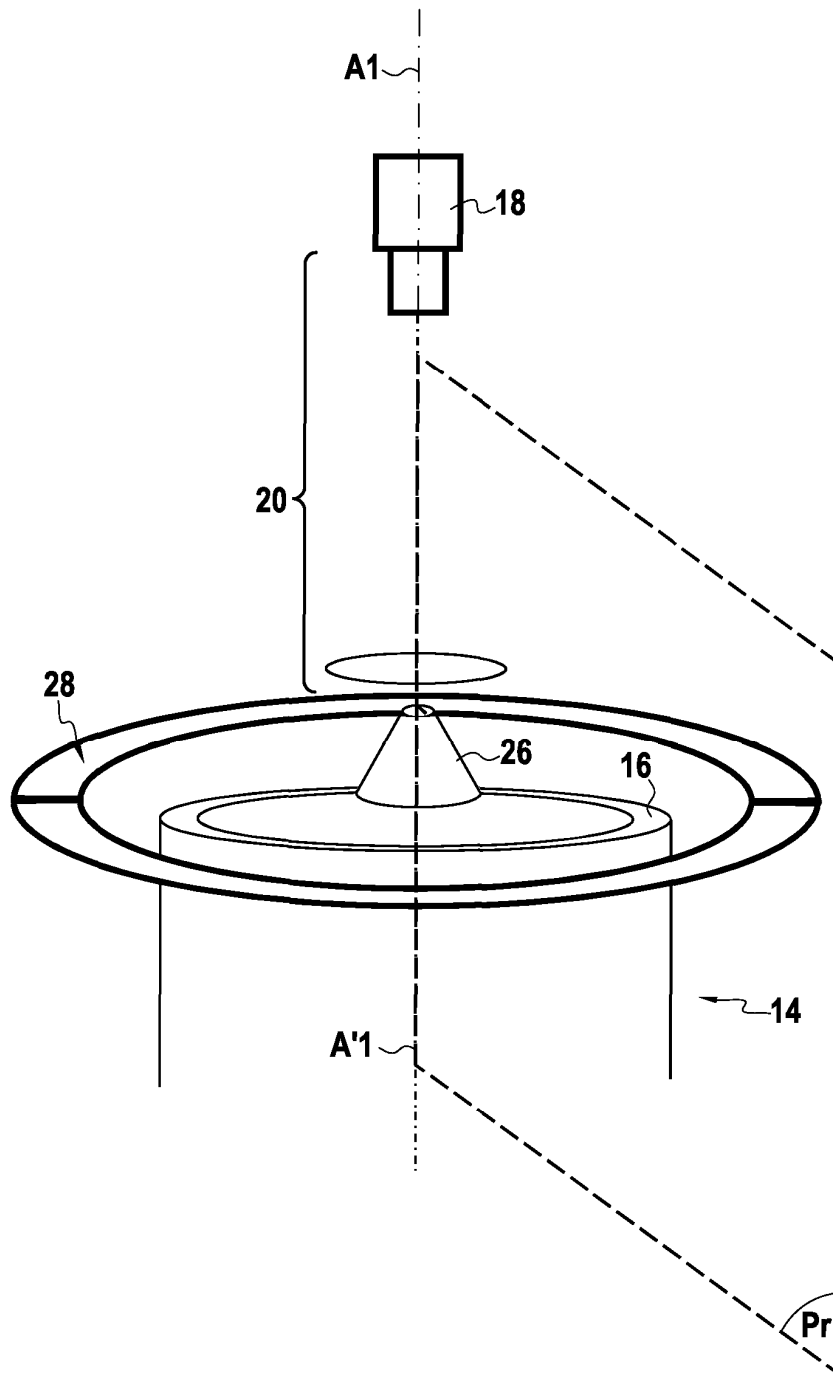


FIG.1C

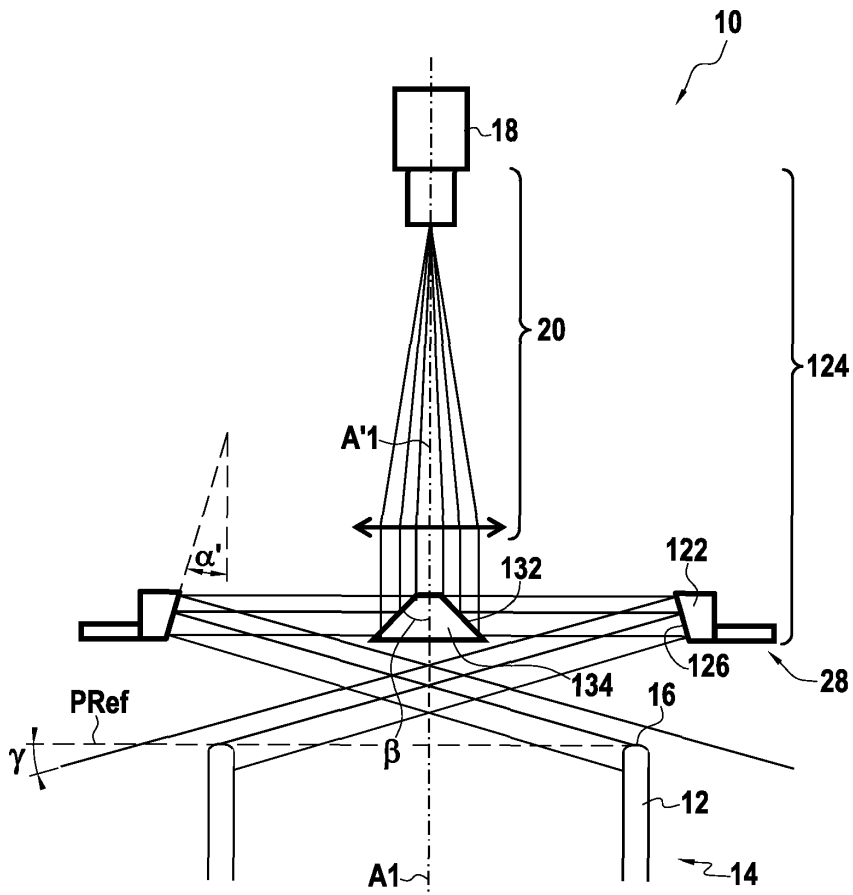


FIG.2A

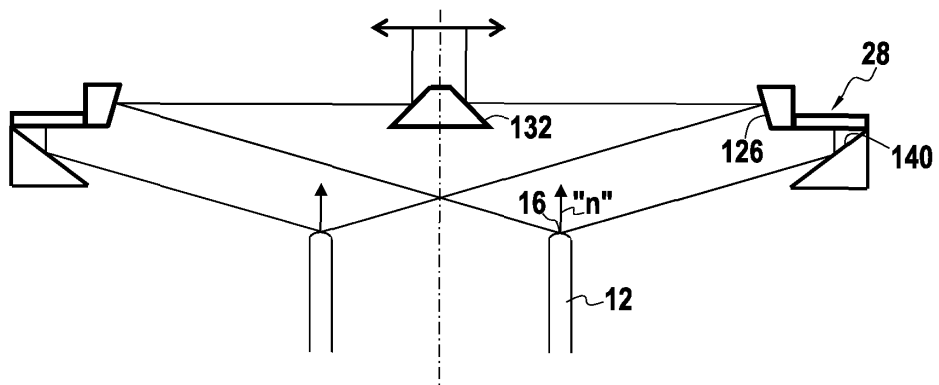


FIG.2B

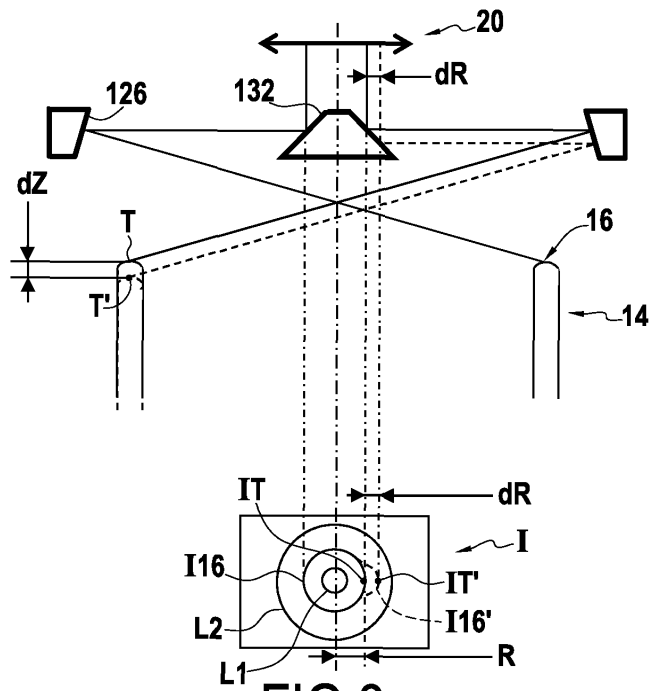


FIG.3

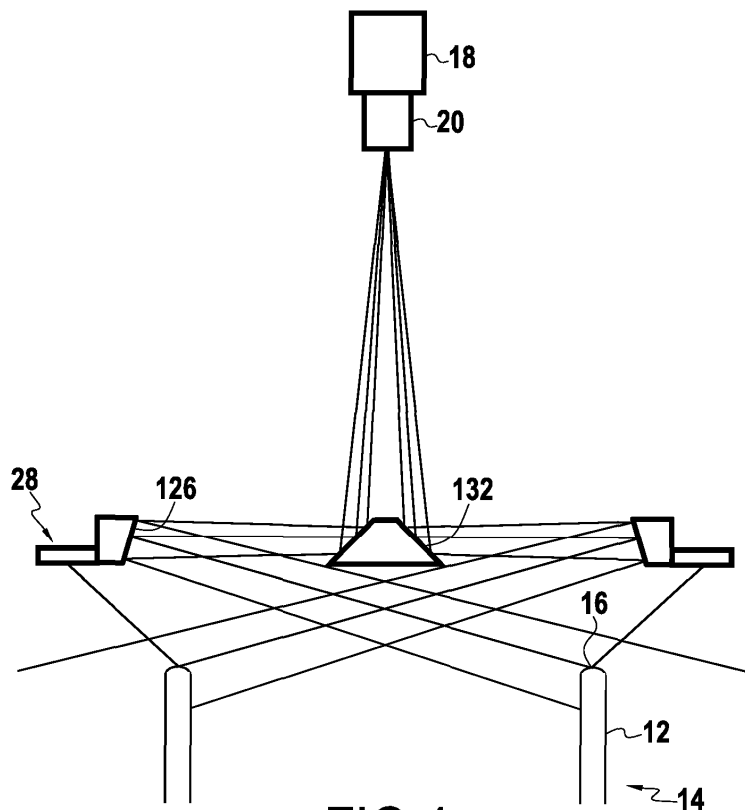


FIG.4

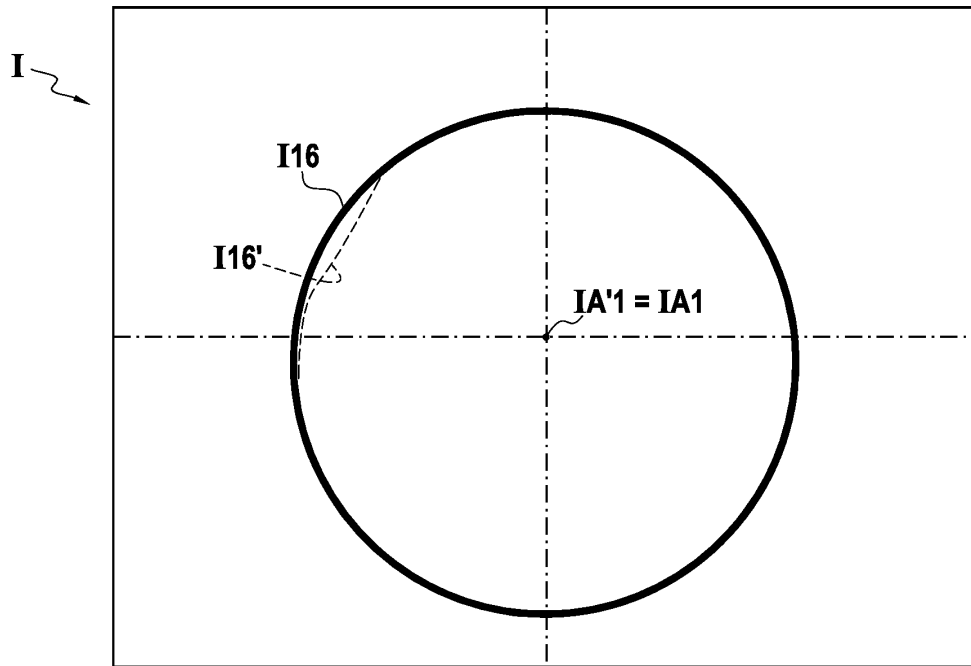


FIG.5A

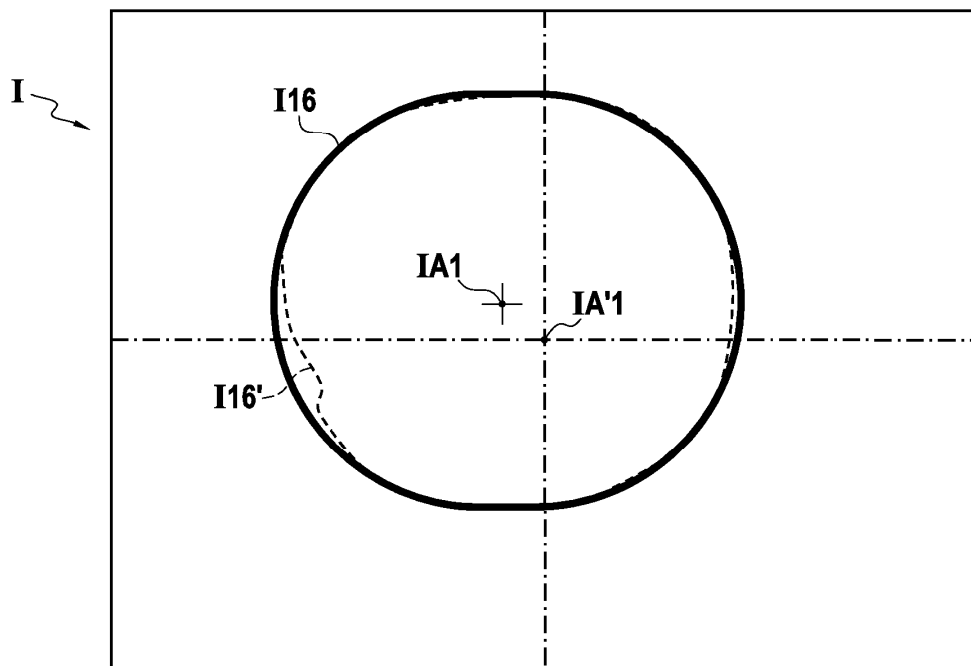


FIG.5B

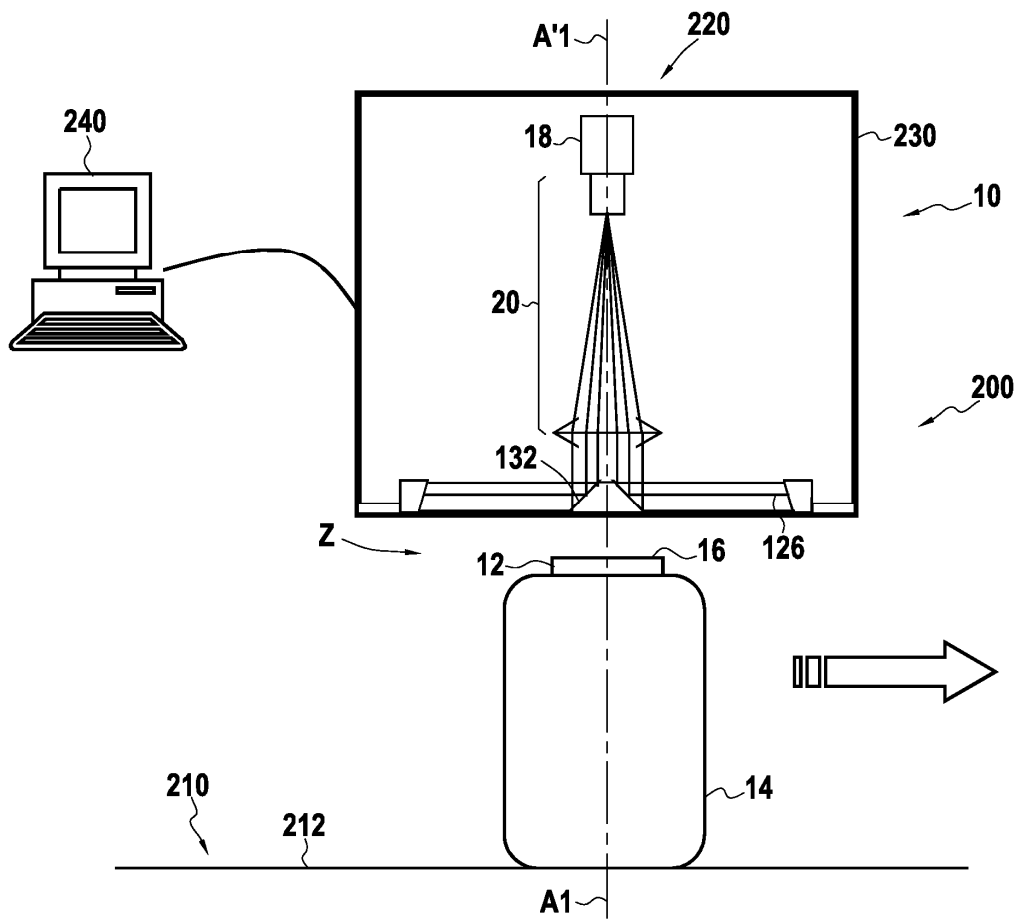


FIG.6