

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 782**

51 Int. Cl.:

G01B 11/06 (2006.01)

B29C 49/78 (2006.01)

G01N 21/90 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2013 PCT/FR2013/052490**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060707**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2013 E 13789860 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 2909574**

54 Título: **Instalación para medir el grosor de la pared de recipientes**

30 Prioridad:

18.10.2012 FR 1259940

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LECONTE, MARC

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 675 782 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

Instalación para medir el grosor de la pared de recipientes

5 La presente invención se refiere al campo de la inspección optoelectrónica de recipientes de carácter transparente o traslúcido, tales como botellas, tarros o frascos, con el fin de detectar defectos de reparto de material y en particular defectos de grosor denominados habitualmente defectos de tipo finura.

10 En el campo técnico de la fabricación de recipientes de vidrio, es conocido que existe un riesgo de que los recipientes presenten una o varias zonas localizadas del mal reparto de material afectando a la estética o, más grave, a la resistencia mecánica de los recipientes. Es conocido que los defectos de grosor reducido o "finura" se forman principalmente en unas regiones específicas del recipiente que presentan unos radios de curvatura diferentes tal como el hombro o el talón del recipiente.

15 Para medir el grosor de la pared de la botella, es conocido un método denominado por triangulación que consiste en proyectar un haz luminoso sobre la pared del artículo con un ángulo de incidencia no nulo, y recoger los haces luminosos reflejados por la superficie exterior y la superficie interior de la pared. Estas reflexiones numerosas sobre estas dos superficies se forman según las leyes de la reflexión especular de los haces incidentes, es decir de manera simétrica al haz incidente con relación a la normal a la superficie en el punto de impacto del haz incidente.

20 Es conocido por ejemplo por la patente EP 0 320 139 y tal como se ilustra en la **Fig. 1**, medir el grosor del recipiente **2** enviando un haz luminoso **B** sobre la pared del recipiente según un ángulo de manera que la parte **C** del haz luminoso sea reflejada por la superficie exterior de la pared y que otra parte del haz se refracte en la pared y posteriormente se refleje **D** por la superficie interior de la pared. Los rayos reflejados **C**, **D** por las superficies interior y exterior de la pared se recuperan mediante una lente **E** con el fin de ser enviadas sobre un captador de luz lineal **F**. El plano que contiene el eje óptico, el captador lineal y el rayo medio del haz incidente se denomina corrientemente el plano de triangulación. El grosor de la pared del recipiente se mide en función de la separación, en el captador de luz, entre los haces reflejados por la superficie interior y exterior de la pared. El recipiente es puesto en rotación durante una vuelta para medir su grosor según una de sus secciones rectas transversales. De manera ventajosa, la sección transversal de inspección se sitúa en una zona del recipiente que presenta un gran riesgo de formación de finuras tales como el talón o el hombro.

35 Una alternativa a la técnica precedente consiste en utilizar un captador matricial en lugar del captador lineal con el fin de medir el grosor del vidrio y por tanto su reparto según toda la altura del campo resultante cubierto por el captador matricial provisto de un objetivo. En esta configuración, el haz luminoso producido por la fuente se extiende perpendicularmente al plano de triangulación de manera que cubre verticalmente el campo del captador matricial.

40 Debido a la forma geométrica del recipiente a controlar y/o debido al no paralelismo entre ellas de las superficies interior y exterior de la pared a medir, las separaciones de las direcciones de las dos reflexiones especulares pueden variar en varios grados. De ese modo, como se ilustra en la **Fig. 1**, la forma geométrica del artículo puede hacer variar de manera importante la posición del punto de impacto del haz incidente de manera que los rayos reflejados **C'**, **D'**, pueden presentar grandes desviaciones con relación al eje óptico y los puntos de los que proceden pueden presentar una gran desviación de posición. Igualmente, como se ilustra en la **Fig. 1A**, el no paralelismo entre las superficies interior y exterior de la pared a medir puede conducir a unos rayos reflejados **C''**, **D''** que presentan grandes desviaciones con relación al eje óptico.

50 Se conoce igualmente por la patente FR 2 069 220, un procedimiento de medida del grosor de un objeto que consiste en proyectar un haz luminoso estrecho sobre el objeto de manera que el haz luminoso forme una mota luminosa sucesivamente sobre la cara externa y la cara interna del objeto. Se dispone una lente con relación al objeto para formar imágenes reales de la luz reflejada directamente o reflejada de manera difusa, por las superficies interior y exterior, como dos puntos separados de luz concentrada sobre una pantalla. La distancia entre estas dos motas se mide por cualquier dispositivo como por ejemplo, un vidicom o un analizador de imágenes.

55 Según una variante preferida de realización, la lente se dispone de manera que no reciba los rayos luminosos que son directamente reflejados por las superficies interior y exterior según unos ángulos iguales a sus ángulos de incidencia sobre esta superficie. Esta técnica, que prevé formar imágenes reales de la luz reflejada de manera difusa, no puede aplicarse particularmente para el control del grosor de las paredes de botellas puesto que la luz no es reflejada sobre las paredes de manera difusa.

60 Esta patente prevé sin embargo el caso en el que la lente se prevé para recuperar un rayo reflejado directamente. Esta patente precisa sin embargo que en un caso de ese tipo, un pequeño cambio en el ángulo de la superficie del objeto cambia el ángulo del rayo reflejado, necesitando un gran movimiento de la lente para recuperar este rayo reflejado.

65 La técnica descrita en esta patente no es aplicable industrialmente porque es inconcebible desplazar la lente para recuperar los rayos reflejados.

Surge por tanto la necesidad de poder disponer de una instalación para medir el grosor de la pared de recipientes transparentes o traslúcidos funcionando para una gama extensa de recipientes y/o en unas condiciones de gran desviación de los haces reflejados por la pared y/o en unas condiciones de gran separación de la posición de los dos puntos de reflexión.

5 Sin embargo, en el campo de la concepción de ópticas de enfoque tales como unos objetivos, se conoce que las condiciones extremas, principalmente la recuperación de rayos que forman un gran ángulo con el eje óptico y/o procedentes de puntos del plano objeto alejados del eje óptico, o bien unas grandes incidencias sobre los captadores de imagen, conducen a aberraciones ópticas y pérdidas de luz, que perjudican al funcionamiento del
10 captador y del objetivo o bien son costosas y complejas de corregir.

La presente invención se dirige a solucionar los inconvenientes de la técnica anterior proponiendo una instalación eficaz y económica para medir el grosor de la pared de recipientes transparentes o traslúcidos que funciona para una gama extensa de recipientes y/o en condiciones de grandes desviaciones de los haces reflejados por la pared
15 y/o de condiciones de gran separación de la posición de los dos puntos de reflexión.

Para alcanzar un objetivo de ese tipo, la instalación para medir el grosor de la pared de recipientes transparentes o traslúcidos, delimitada entre una superficie exterior y una superficie interior, incluye:

- 20 - una fuente de luz que produce un haz luminoso enviado para incidir sobre la superficie exterior de la pared según un ángulo incidente de modo que una parte del haz luminoso se refleje por la superficie exterior de la pared y una parte del haz se refracte en la pared y posteriormente se refleje por la superficie interior de la pared,
- un captador de luz de dimensión, colocado en un plano de detección, y que recupera la luz para convertirla en unas señales eléctricas,
- 25 - un sistema óptico de recuperación y de enfoque sobre el plano de detección del captador de luz, de los haces luminosos reflejados por las superficies exterior e interior de la pared,
- una unidad de tratamiento conectada al captador de luz y adaptada para determinar el grosor de la pared a partir de las señales eléctricas proporcionadas por el captador de luz.

30 Según la invención, el sistema óptico de recuperación y de enfoque conjuga un campo objeto de dimensión C_o con el captador de luz de dimensión C_i de manera que $C_i < 0,5 C_o$, e incluye, dispuestos sobre el eje óptico sucesivamente en el sentido de propagación de los haces reflejados por las dos superficies:

- 35 - un primer objetivo que tiene su plano objeto situado en la proximidad del impacto del haz luminoso incidente con la pared y adaptado para recuperar los haces luminosos reflejados de manera especular por las superficies exterior e interior de la pared según un ángulo con relación al eje óptico que puede alcanzar al menos 20° y pudiendo ir hasta 40° ,
- una pantalla difusora al menos traslúcida situada en el plano de imagen del primer objetivo, de manera que materialice los haces luminosos recuperados por el primer objetivo bajo la forma de motas luminosas,
- 40 - un segundo objetivo que tiene en su plano objeto, la pantalla difusora y en su plano imagen el captador de luz, de manera que forme sobre el captador de luz, una imagen de la pantalla difusora en la que se distinguen las motas luminosas.

Además, la instalación según la invención puede incluir además en combinación al menos una y/u otra de las
45 características adicionales siguientes:

- el primer objetivo conjuga la pared y la pantalla difusora con una magnificación superior a 1 y preferentemente aproximadamente 1,5, y es adecuada para recuperar y enfocar sobre la pantalla difusora, unos rayos entrantes en su pupila con un ángulo con relación al eje óptico que puede alcanzar al menos 20° y que puede ir hasta 40° ,
- 50 - la pantalla es difusora en su masa o en superficie, estando adaptado el poder de difusión para que los rayos difundidos se recojan por el segundo objetivo,
- la fuente de luz produce un haz alargado perpendicularmente al plano de triangulación y estrecho en la dirección ortogonal,
- el captador de luz es un captador de imagen lineal preferentemente perpendicular al eje óptico del sistema óptico de recuperación y de enfoque, y situado en el plano de triangulación o un captador matricial de imagen situado preferentemente de modo perpendicular al eje óptico,
- 55 - la unidad de tratamiento es adecuada para determinar, en la imagen producida por el captador de luz, la posición de las motas producidas por los dos haces luminosos que iluminan la pantalla difusora, y deducir de su separación, el grosor de la pared en al menos una sección del recipiente.

60 Surgen diversas otras características de la descripción realizada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos que muestran, a título de ejemplos no limitativos, unas formas de realización del objeto de la invención.

La **Figura 1** es una vista esquemática que ilustra los inconvenientes de una instalación de la técnica anterior.

65 La **Figura 1A** es una vista esquemática que ilustra los inconvenientes de una instalación de la técnica anterior para la medida del grosor de un objeto cuyas paredes no son paralelas.

La **Figura 2** es una vista que muestra de manera esquemática una instalación de acuerdo con la invención de medición de la pared de un recipiente ilustrado en sección.

La **Figura 3** ilustra el principio óptico del sistema óptico de recuperación y de enfoque de los haces, implementado en la instalación ilustrada en la **Fig. 2**.

5 La **Figura 4** ilustra un ejemplo de encaminamiento de los haces luminosos en el sistema óptico de recuperación y de enfoque de los haces ilustrado en la **Fig. 3**.

La **Figura 5** es un ejemplo de imagen obtenida mediante la instalación de medida de acuerdo con la invención.

10 La **Fig. 2** ilustra de manera esquemática una instalación **1** que permite detectar unos defectos de reparto de material sobre unos recipientes transparentes o traslúcidos **2** que presentan un eje central **A**. Tal como surge más claramente de la **Fig. 2**, cada recipiente **2** presenta una pared vertical **3** delimitada entre una superficie exterior **5** y una superficie interior **6**.

15 De acuerdo con la invención, la instalación **1** está adaptada para medir el grosor de la pared **3** de recipientes **2** tales como unos recipientes de vidrio, como por ejemplo botellas, tarros o frascos.

20 De manera ventajosa, la instalación **1** está adaptada para observar una zona o una región de inspección que se extiende en toda la circunferencia del recipiente y que presenta una altura tomada según el eje central **A** que engloba la zona en la que son susceptibles de aparecer defectos de reparto de material. Por ejemplo, la región de inspección correspondiente al talón o al hombro del recipiente.

25 La instalación **1** incluye una fuente luminosa **8** adaptada para enviar un haz luminoso **9** sobre la pared **3** del recipiente en la forma de una línea luminosa **L** que tiene una longitud determinada según la altura del recipiente tomada según el eje central **A**. Por ejemplo, la fuente luminosa **8** es un láser. En el caso en el que la región de inspección es una superficie bidimensional, la longitud de la línea luminosa **L** tomada según el eje central **A** corresponde al menos a la altura de la región de inspección.

30 El haz luminoso **9** se envía según un ángulo de modo que una parte **11** del haz luminoso **9** sea reflejada por la superficie exterior **5** y que una parte **12** del haz **9** sea refractada en la pared **3** y posteriormente reflejada por la superficie interior **6** de la pared. Tal como se ve más precisamente en la **Fig. 2**, el envío del haz luminoso **9** conduce a la obtención de un haz reflejado **11** por la superficie exterior **5** y un haz reflejado **12** por la superficie interior **6**.

35 La instalación incluye igualmente un captador de luz **14** adecuado para recuperar con la ayuda del sistema óptico de recuperación y de enfoque **15**, los haces reflejados **11**, **12** de manera especular por la superficie respectivamente exterior **5** e interior **6**. Se recuerda que una reflexión se dice especular cuando el rayo reflejado **11**, **12** por la superficie es reflejado según una única y misma dirección, según las leyes de Descartes, es decir que el haz reflejado es simétrico al haz incidente con relación a la normal. En otros términos, el ángulo incidente entre el haz incidente y la normal a la superficie es igual al ángulo de reflexión definido entre el haz reflejado y la normal a la superficie. El sistema óptico de recuperación y de enfoque **15** que se describirá más en detalle en lo que sigue de la descripción incluye un eje óptico **O** contenido en el plano de triangulación que contiene igualmente el rayo medio del haz luminoso incidente **9**. El captador de luz **14** es o bien un captador de imagen lineal preferentemente pero no exclusivamente perpendicular al eje óptico **O** del sistema óptico de recuperación y de enfoque **15**, que está situado en el plano de triangulación, o bien un captador matricial de imagen situado preferentemente pero no exclusivamente de modo perpendicular al eje óptico **O**. El captador de luz **14** que forma parte de una cámara lineal o matricial **16** convierte la luz en señales eléctricas.

50 La cámara **16** se conecta a una unidad **17** de adquisición y de tratamiento que permite adquirir y tratar las imágenes tomadas por el captador de luz **14**. La cámara **16** y la unidad de adquisición y de tratamiento **17** no se describen más precisamente porque son bien conocidas para el experto en la materia.

La instalación de inspección **1** incluye igualmente un sistema **18** de puesta en rotación de los recipientes **2** según el eje central **A** durante una vuelta de manera que permita la inspección de los recipientes según toda su circunferencia, mediante la toma de imágenes sucesivas durante la rotación de los recipientes.

55 La **Fig. 3** ilustra un ejemplo de realización del sistema óptico de recuperación y de enfoque **15**. El sistema óptico de recuperación y del enfoque **15** conjuga un campo objeto de dimensión $Co = 2 \cdot y$ y con el captador de luz **14** de manera que el captador de luz posea una dimensión Ci inferior a 0,5 veces la dimensión del campo objeto es decir $Ci < 0,5 \cdot Co$. El sistema óptico de recuperación y de enfoque **15** incluye:

- 60 - un primer objetivo **21** que tiene su plano objeto situado en la proximidad del impacto del haz luminoso incidente **9** con la pared **3** y adaptado para recuperar los haces luminosos reflejados por las superficies exterior **5** e interior **6** de la pared,
- 65 • una pantalla difusora **23** al menos traslúcida situada en el plano de imagen del primer objetivo **21**, de manera que se materialicen los haces luminosos recuperados por el primer objetivo **21**, en la forma de motas luminosas **Ti**,

- y un segundo objetivo **25** que incluye como plano objeto, la pantalla difusora **23** y como plano imagen, el captador de luz **14**, de manera que se realice sobre el captador de luz, una imagen de la pantalla difusora **23** en la que se distinguen las motas luminosas.

5 El primer objetivo **21**, la pantalla difusora **23** y el segundo objetivo **25** se disponen sobre el eje óptico **O** sucesivamente en el sentido de propagación de los haces reflejados por las dos superficies **5**, **6**.

El primer objetivo **21** conjuga la pared **3** del recipiente **2** y la pantalla difusora **23** con una magnificación superior a 1 y preferentemente aproximadamente 1,5.

10 El primer objetivo **21** recupera y enfoca sobre la pantalla difusora **23**, unos rayos entrantes en su pupila de entrada con un ángulo α con relación al eje óptico **O** que puede alcanzar al menos 20° y que puede ir hasta 40° . El primer objetivo **21** recupera así los haces luminosos **11**, **12** reflejados por las superficies exterior **5** e interior **6**.

15 La pantalla difusora **23** materializa los haces luminosos que llegan en el plano de imagen del primer objetivo **21**. En otros términos, los haces luminosos interceptados por la pantalla difusora **23** se difunden o bien en su masa o bien en superficie mediante una de sus superficies. Los haces luminosos recuperados por la pantalla difusora **23** se materializan así en la forma de motas luminosas **T_i**. La luz después de haber atravesado la pantalla difusora **23** se propaga según un lóbulo de emisión que depende del poder difusor de la pantalla **23**. Las características de difusión de la planta **23** se eligen de manera que la luz se difunda en particular según la dirección del captador de luz **14**. De ese modo, observando la pantalla difusora **23** desde el lado opuesto a la incidencia de los haces, es posible observar las motas luminosas así formadas bajo unos ángulos en relación con el lóbulo de emisión.

20 El segundo objetivo **25** permite retomar las motas luminosas formadas sobre la pantalla y crear la imagen sobre el captador de luz **14**. En este sentido, el plano objeto del segundo objetivo **25** es la pantalla difusora **23** mientras que su plano de imagen corresponde al plano de detección del captador de imagen **14**.

25 Tal como surgirá de la descripción que precede, el sistema óptico de recuperación y de enfoque **15** permite obtener un gran campo de observación y un gran ángulo de apertura. De ese modo, el sistema óptico de recuperación y enfoque **15** transmite hasta el captador de luz **14**, un rayo entrante con un ángulo con relación al eje óptico **O** que puede ir hasta 40° mientras se conjuga un campo objeto cuyas dimensiones laterales son al menos el doble de las dimensiones laterales del captador de luz **14**.

30 La **Fig. 4** permite ilustrar el encaminamiento de los haces luminosos reflejados por la pared **3** hasta el captador de luz **14**. El primer objetivo **21** permite recuperar los rayos **11**, **12** reflejados respectivamente por las superficies exterior **5** e interior **6** y transmitirlos de manera que los rayos salientes **11'**, **12'** formen respectivamente sobre la pantalla difusora unas motas luminosas **T₁₁**, **T₁₂**.

35 La imagen así formada sobre la pantalla difusora **23** y que incluye las motas luminosas **T₁₁**, **T₁₂** se recupera para crearse la imagen con ayuda del segundo objetivo **25**, sobre el captador de luz **14**.

40 La **Fig. 5** ilustra un ejemplo de una imagen **I₁** tomada por la cámara **16** para una posición angular determinada del recipiente **2** con relación al captador de luz **14** que, en el ejemplo ilustrado, es de tipo matricial. La imagen **I₁** hace aparecer por un lado, la imagen **I₁₁** de la mota luminosa **T₁₁** resultante de la materialización del haz reflejado **11** sobre la superficie exterior **5** y por otro lado, la imagen **I₁₂** de la mota luminosa **T₁₂** resultante de la materialización del haz reflejado **12** sobre la superficie interior **6**. Las imágenes **I₁₁**, **I₁₂** de las motas luminosas **T₁₁**, **T₁₂** aparecen sobre la imagen **I₁** según dos líneas luminosas que presentan una longitud según el eje central **A** correspondiente a la altura de la región de inspección del recipiente y se encuentran separadas una de otra, según una dirección perpendicular al eje **A**, con una distancia correspondiente el grosor de la pared **3**. Se ha de observar que en el caso de un captador de luz lineal, las imágenes **I₁₁**, **I₁₂** de las motas luminosas aparecen en la forma de dos puntos luminosos separados con un valor correspondiente al grosor de la pared **3**.

45 La unidad de adquisición y de tratamiento **17** está adaptada para tomar unas imágenes sucesivas de la pared **3** del recipiente **2** durante la rotación del recipiente **2** en una vuelta. En otros términos, la unidad de adquisición y de tratamiento **17** toma dos imágenes sucesivas para un paso de rotación determinado del recipiente, por ejemplo del orden de 1 mm según la circunferencia del recipiente **2**. Clásicamente, la unidad de adquisición y de tratamiento **17** trata las medidas de grosor buscando si una de las medidas de grosor es inferior a un valor crítico de grosor mínimo. En el caso de que al menos una medida de grosor sea inferior al valor crítico de grosor mínimo, la unidad de adquisición y de tratamiento **17** proporciona una señal de defecto que permite señalar el recipiente como defectuoso.

50 La invención no está limitada a los ejemplos descritos y representados porque pueden aportarse diversas modificaciones sin salirse de su marco.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para medir el grosor de la pared (3) de recipientes transparentes o traslúcidos (2), delimitada entre una superficie exterior (5) y una superficie interior (6), que incluye:

- 5 - una fuente de luz (8) que produce un haz luminoso (9) enviado para incidir sobre la superficie exterior (5) de la pared (3) según un ángulo incidente de modo que una parte del haz luminoso se refleje por la superficie exterior (5) de la pared y una parte del haz se refracte en la pared y posteriormente se refleje por la superficie interior (6) de la pared,
- 10 - un captador de luz (14) de dimensión (Ci), colocado en un plano de detección, y que recupera la luz para convertirla en unas señales eléctricas,
- un sistema óptico de recuperación y de enfoque (15) sobre el plano de detección del captador de luz (14), de los haces luminosos reflejados por las superficies exterior e interior de la pared,
- 15 - una unidad de tratamiento (17) conectada al captador de luz (16) y adaptada para determinar el grosor de la pared (3) a partir de las señales eléctricas proporcionadas por el captador de luz,

caracterizada por que el sistema óptico de recuperación y de enfoque (15) conjuga un campo objeto de dimensión Co con el captador de luz (14) de dimensión Ci de manera que $C_i < 0,5 C_o$ e incluye, dispuestos sobre el eje óptico (O) sucesivamente en el sentido de propagación de los haces reflejados por las dos superficies (5, 6):

- 20 • un primer objetivo (21) que tiene su plano objeto situado en la proximidad del impacto del haz luminoso incidente (9) con la pared (3) y adaptado para recuperar los haces luminosos reflejados de manera especular por las caras exterior (5) e interior (6) de la pared según un ángulo (α) con relación al eje óptico (O) que puede alcanzar al menos 20° y pudiendo ir hasta 40°,
- 25 • una pantalla difusora (23) al menos traslúcida situada en el plano de imagen del primer objetivo (21), de manera que materialice los haces luminosos recuperados por el primer objetivo bajo la forma de motas luminosas (Ti),
- un segundo objetivo (25) que tiene en su plano objeto, la pantalla difusora (23) y en su plano imagen el captador de luz (14), de manera que forme sobre el captador de luz (14), una imagen de la pantalla difusora (23) en la que se distinguen las motas luminosas.

2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el primer objetivo (21) conjuga la pared y la pantalla difusora (23) con una magnificación superior a 1 y preferentemente aproximadamente 1,5, y es adecuada para recuperar y enfocar sobre la pantalla difusora (23), unos rayos entrantes en su pupila con un ángulo con relación al eje óptico (O) que puede alcanzar al menos 20° y que puede ir hasta 40°.

3. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la pantalla (23) es difusora en su masa o en superficie, estando adaptado el poder de difusión para que los rayos difundidos se recojan por el segundo objetivo (25).

4. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la fuente de luz (8) produce un haz (9) alargado perpendicularmente al plano de triangulación y estrecho en la dirección ortogonal.

5. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el captador de luz (8) es un captador de imagen lineal preferentemente perpendicular al eje óptico (O) del sistema óptico de recuperación y de enfoque (15), y situado en el plano de triangulación o un captador matricial de imagen situado preferentemente de modo perpendicular al eje óptico (O).

6. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la unidad de tratamiento (17) es adecuada para determinar, en la imagen producida por el captador de luz (14), la posición de las motas producidas por los dos haces luminosos que iluminan la pantalla difusora (23), y deducir de su separación, el grosor de la pared (3) en al menos una sección del recipiente.

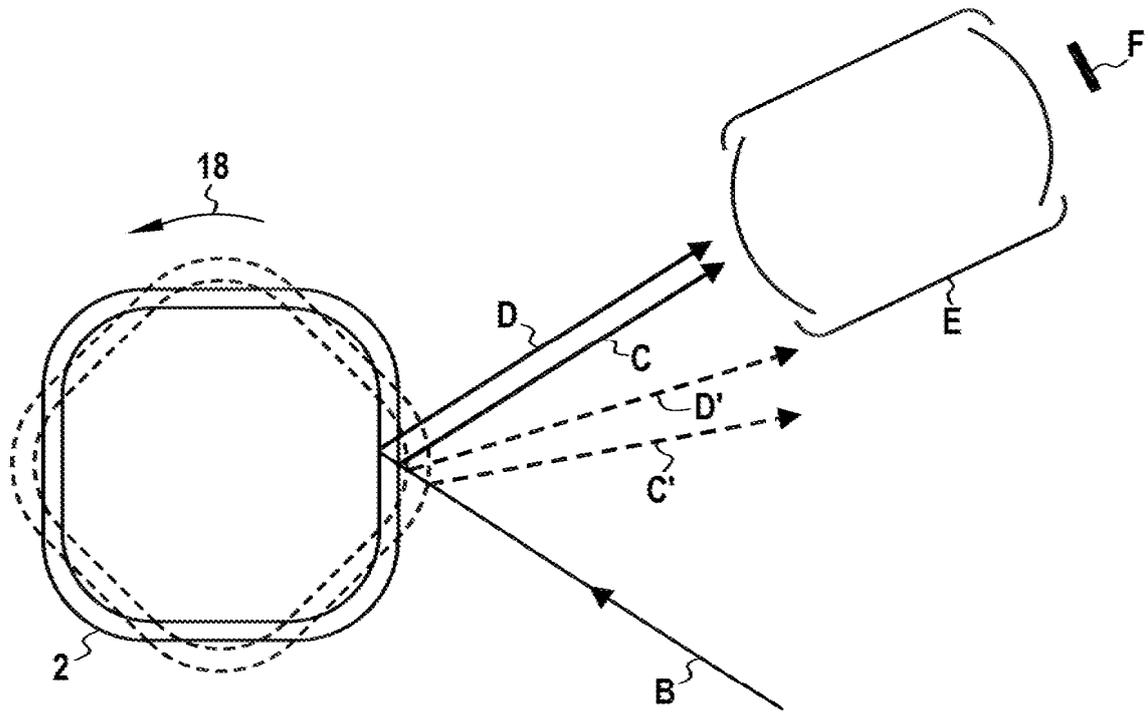


FIG. 1

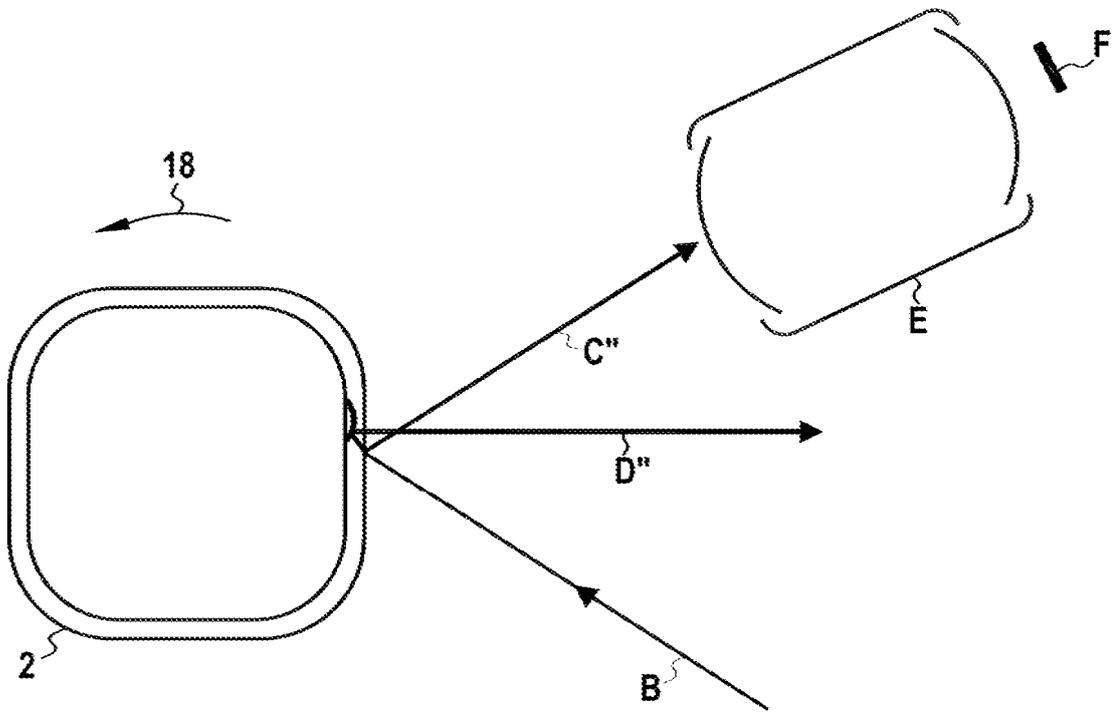


FIG. 1A

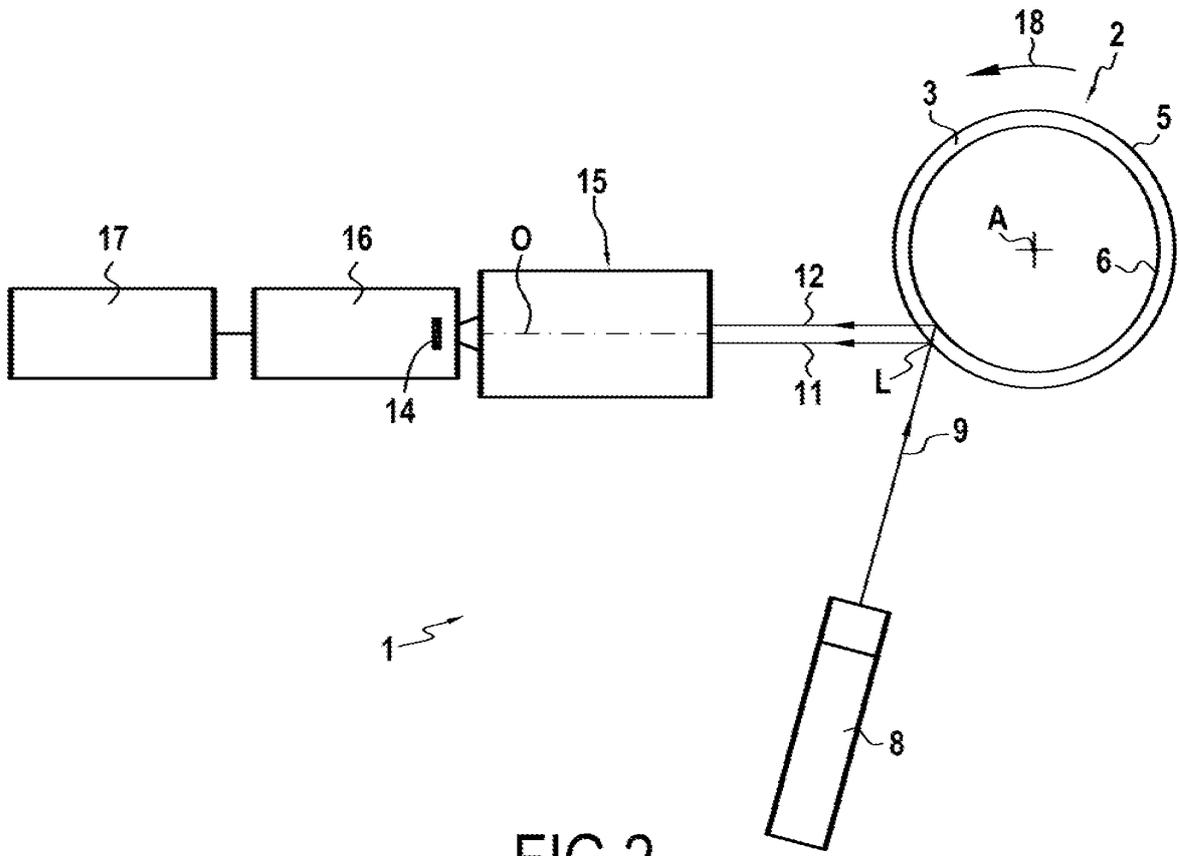


FIG. 2

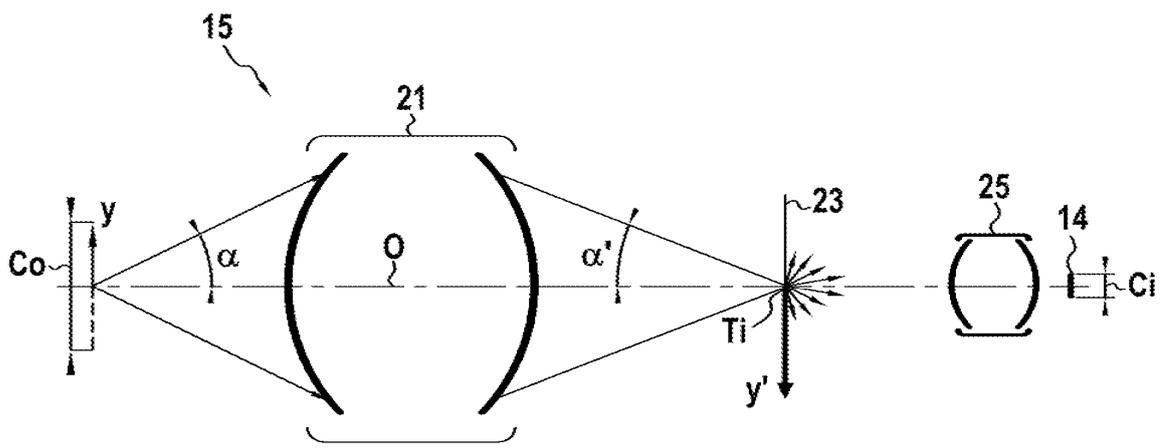


FIG. 3

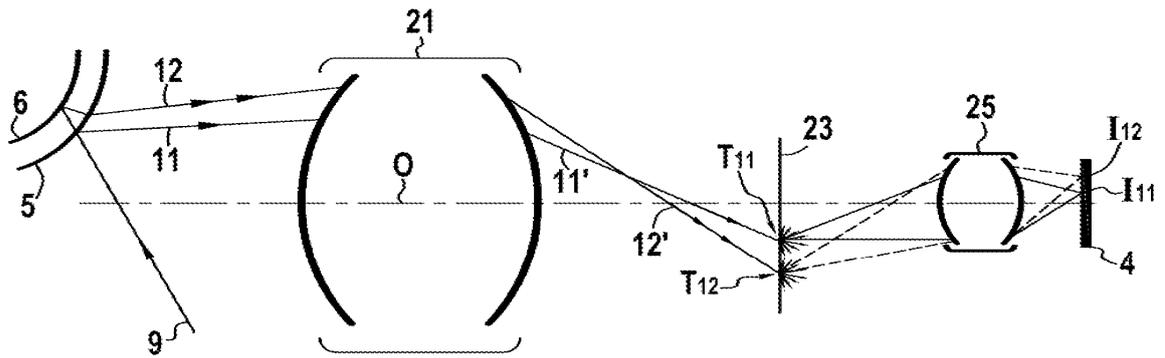


FIG.4

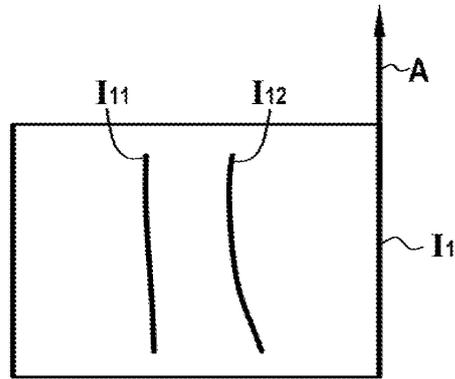


FIG.5