

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 952**

51 Int. Cl.:

**G06K 7/10** (2006.01)  
**G01N 21/90** (2006.01)  
**B07C 5/34** (2006.01)  
**B07C 5/12** (2006.01)  
**G01N 21/88** (2006.01)  
**G06K 7/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2014 PCT/FR2014/051695**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15001255**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2014 E 14758595 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3017398**

54 Título: **Sistema de inspección de un objeto al menos translúcido hueco que presenta al menos un marcado**

30 Prioridad:

**02.07.2013 FR 1356466**

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

**15.04.2020**

73 Titular/es:

**BATHELET, GUILLAUME (100.0%)  
18, chemin de la Rivière  
69530 Brignais, FR**

72 Inventor/es:

**BATHELET, GUILLAUME**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 753 952 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

Sistema de inspección de un objeto al menos translúcido hueco que presenta al menos un marcado

5 La invención está relacionada con el campo técnico de la inspección o de la lectura de una marca realizada en o sobre un objeto transparente o translúcido. En una aplicación preferida pero no exclusiva, la invención se refiere a la lectura de códigos bidimensionales tales como códigos Datamatrix grabados o marcados en la superficie de recipientes o contenedores de vidrio que se desplazan a gran velocidad en un sistema de inspección en línea.

10 La trazabilidad en la industria del vidrio es una restricción cada vez más importante. Los artículos de vidrio siguen un proceso de fabricación, distribución y llenado cada vez más complejo, con numerosos almacenamientos temporales e interrupciones de flujo. Además, la normativa exige disponer de capacidad de rastrear, a través de todas las etapas de fabricación, procesamiento y distribución, el recorrido de un contenedor de alimentos mediante una identificación que permita la trazabilidad del contenedor. Para cumplir con este requisito, la industria del vidrio ha desarrollado una técnica de marcado en caliente que permite grabar mediante láser una marca de identificación individual y específica para cada contenedor en una línea de producción en la que se producen los contenedores a tasas que pueden estar comprendidas entre 50 y 600 artículos por minuto. La marca de identificación se presenta, por ejemplo, en forma de Datamatrix. A fin de garantizar la eficacia de dicho marcado de trazabilidad, es preciso asegurar que el marcado de cada producto sea legible. A tal efecto, es necesario leer el marcado después de su aplicación y enfriar el contenedor a una tasa compatible con la tasa de producción para no crear un punto de acumulación de los productos y poder, por un lado, eliminar lo antes posible los contenedores cuyo marcado sea defectuoso y, por otro lado, registrar en una base de datos los contenedores cuyo marcado sea operativo. La necesidad de una lectura de alta velocidad también se encuentra, en particular, en las líneas de llenado.

25 La solicitud de patente EP 2164028 ha propuesto un sistema de inspección de códigos inscritos en la superficie de recipientes de vidrio destinados a la industria farmacéutica o química. Como se muestra en las figuras 5 y 6 de este documento, se utiliza un sistema de iluminación de tipo punto enfocado sobre el código que se va a leer para maximizar la intensidad de la señal recibida por la cámara. El inconveniente de este sistema óptico es que no permite compensar la curvatura de la superficie del vidrio. En efecto, si el código se encuentra sobre el borde del artículo de vidrio, la luz se desviará hacia los lados y escapará del campo de la cámara. Por lo tanto, el campo útil de control está extremadamente limitado al centro del producto. Además, la intensidad de la señal recibida dependerá de la posición angular del código con respecto a la fuente y al dispositivo de adquisición. Además, el sistema de iluminación propuesto no permite adaptarse a diferentes diámetros de productos. Asimismo, el sistema óptico que se muestra en la figura 9a de este mismo documento es un sistema óptico con una cámara de un solo objetivo. Recoge todos los rayos reflejados o incidentes en el objetivo sin distinción.

De este modo, el dispositivo de inspección propuesto por el documento EP 2164028 permite la lectura de códigos tales como los códigos Datamatrix sobre vidrios de buena calidad destinados a productos químicos finos o farmacéuticos que presentan espesores de pared regulares, paredes lisas y sin inclusiones ni defectos de superficie. Por otro lado, el dispositivo según el documento EP 2164028 no resulta adecuado para la lectura de códigos en la superficie de un recipiente de vidrio "rugoso" tal como el vidrio reciclado usado para la fabricación de recipientes de alimentos. En efecto, las superficies interior y exterior de dicho recipiente pueden presentar numerosos defectos de forma, de distribución del vidrio, inclusiones en la matriz del vidrio y de la piel que pueden desviar el haz incidente en el objetivo de adquisición y generar una señal parasitaria que el sistema óptico según el documento EP 2 164 028 no podrá filtrar. Del mismo modo, los defectos de la piel del vidrio, tales como arrugas, burbujas o manchas de grasa pueden superponerse a la señal en el interior del código y no serán filtrados por el sistema óptico según el documento EP 2164028, lo que hace que el código sea ilegible.

El objeto de la invención es proponer un sistema de adquisición que sea menos sensible o que no sea sensible a estos defectos.

Para satisfacer estas necesidades, la invención se refiere a un sistema de inspección de un objeto al menos translúcido que se extiende según un eje vertical A, presentando el objeto al menos un marcado y estando situado en una zona de inspección, comprendiendo el sistema de inspección

- 55 - al menos un conjunto de inspección que comprende
- un dispositivo de iluminación principal colocado en un lado de la zona de inspección, comprendiendo el dispositivo de iluminación una fuente de luz y emitiendo al menos un haz luminoso según un eje de iluminación  $\Delta$ ,
  - un dispositivo de adquisición situado frente al dispositivo de iluminación con respecto a la zona de inspección y que comprende una óptica de adquisición que tiene un eje óptico  $\Delta'$  de observación y un sensor de imagen alineado ópticamente con la óptica de adquisición. Según la invención, para cada conjunto de inspección, la óptica de adquisición comprende un objetivo de entrada y un objetivo secundario situado entre el objetivo de entrada y el sensor de imagen, estando el objetivo de entrada adaptado para conjugar ópticamente la fuente de luz y la pupila del objetivo secundario en un plano horizontal, no estando

alineados ni siendo coplanares el eje de iluminación  $\Delta$  y el eje óptico  $\Delta'$  de observación en un plano horizontal.

- 5 La conjugación proporcionada por la óptica de adquisición y, en particular, por el objetivo de entrada, permite asegurar la uniformidad de la iluminación percibida por el sensor. Además, dado que el eje de iluminación y el eje óptico  $\Delta'$  de observación no están alineados, los rayos del haz de iluminación se desvían, principalmente, en presencia de un marcado sobre el objeto que se va a inspeccionar en la zona de inspección. Tal inspección por deflectometría de transmisión permite reducir las alteraciones inducidas por los defectos del material que constituye el objeto durante la adquisición.
- 10 En el sentido de la invención, se entiende por marcado todo sistema de identificación que pueda leerse de manera automatizada, tal como, en particular, uno o más códigos de barras mono o bidimensionales, un código alfanumérico o una combinación de ambos sin que esta lista sea limitativa o exhaustiva.
- 15 Según una característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el dispositivo de iluminación y el dispositivo de adquisición están adaptados para que, en ausencia del objeto que se va a inspeccionar en la zona de inspección, la luz emitida por el dispositivo de iluminación no alcance directamente al sensor del dispositivo de adquisición. Esta característica tiene por objeto garantizar que el conjunto de inspección trabaje en deflectometría pura.
- 20 Según otra característica de la invención, el eje de iluminación  $\Delta$  y el eje óptico  $\Delta'$  forman, en proyección en un plano vertical V, un ángulo  $\alpha$  no plano y comprendido entre  $130^\circ$  y  $180^\circ$ .
- 25 Según una característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el eje de iluminación  $\Delta$  es sustancialmente horizontal. De este modo, los rayos de iluminación poseen una incidencia sustancialmente normal en la superficie del objeto que se va a observar en al menos una parte de la zona de inspección, lo que permite aumentar la cantidad de luz que pasa a través del objeto que se va a inspeccionar para alcanzar el marcado que puede encontrarse sobre la cara del objeto situada frente al dispositivo de iluminación.
- 30 Según una característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el eje de iluminación  $\Delta$  está inclinado con respecto a la horizontal. Esta característica permite limitar la influencia de los defectos presentes sobre la cara del objeto orientada hacia cada dispositivo de iluminación, en particular en el caso de que la pared del objeto que se va a inspeccionar sea sustancialmente vertical.
- 35 Según otra característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el dispositivo de iluminación correspondiente comprende una fuente de luz alargada que emite un haz luminoso que posee una forma de pincel alargado que se extiende según una dirección sustancialmente horizontal. Tal característica de la invención permite iluminar solo la región, el artículo o el objeto que se va a inspeccionar, en donde se supone que se encuentra el marcado que se va a leer, de modo que las reflexiones y/o las deflexiones parasitarias inducidas por otras regiones de dicho objeto están limitadas al máximo. Esta característica de la invención también permite corregir la incidencia de cualquier posible curvatura de la superficie del recipiente que porta el código que se va a leer. Según una variante de la invención, la fuente de luz forma una línea luminosa, de modo que la fuente de luz puede describirse como una fuente lineal. Preferiblemente, esta fuente lineal posee un eje longitudinal horizontal.
- 40 Según una variante de esta característica, para cada conjunto de inspección, el dispositivo de iluminación correspondiente posee un ancho horizontal mayor que su altura. Según una realización de la invención, para cada conjunto de inspección, el ancho de la fuente de luz es entonces mayor que la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición. Según otra realización de la invención, el ancho de la fuente de luz es menor que la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición. El ancho de la fuente de luz puede ser sustancialmente igual a la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición de la cual se ha deducido el espesor de las paredes del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición.
- 45 Según una variante de esta característica, para cada conjunto de inspección, la fuente de luz alargada correspondiente posee un ancho horizontal mayor que su altura. Según una realización de la invención, para cada conjunto de inspección, el ancho de la fuente de luz es entonces mayor que la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición. Según otra realización de la invención, el ancho de la fuente de luz es menor que la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición. El ancho de la fuente de luz puede ser sustancialmente igual a la dimensión horizontal más grande del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición de la cual se ha deducido el espesor de las paredes del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición.
- 50 En una realización preferida de la invención, la longitud de la fuente lineal es ajustable para poder adaptarse a las dimensiones del objeto que se va a inspeccionar.
- 55 Según una característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el dispositivo de iluminación principal comprende una óptica de iluminación telecéntrica, de modo que los rayos del haz luminoso son sustancialmente paralelos entre sí en la zona de inspección.
- 60 Según otra característica de la invención, cada conjunto de inspección comprende un dispositivo de iluminación secundario situado en el mismo lado de la zona de inspección que el dispositivo de adquisición. Tal dispositivo de iluminación secundario permite realizar una observación en reflexión.
- 65 Según una variante de esta característica, para cada conjunto de inspección, el dispositivo de iluminación secundario se coloca por encima del dispositivo de adquisición correspondiente. Tal disposición permite reducir el

tamaño de cada conjunto de inspección.

Según una realización preferida, cada dispositivo de adquisición está adaptado para observar una zona de adquisición que está situada entre dos planos de adquisición horizontales, inferior  $P_i$  y superior  $P_s$ , situados a una altura  $H_i$ , respectivamente  $H_s$ , de un plano de soporte  $PS$  del objeto que se va a inspeccionar en la zona de inspección y que posee un espesor de adquisición  $E_a$  medido verticalmente. El carácter limitado de la zona de adquisición con respecto al conjunto del objeto permite limitar la inspección del objeto a la única región de este último en donde se supone que se está situado el marcado que se va a leer. El espesor de la zona de adquisición y su altura se seleccionan, entonces, de acuerdo con las dimensiones del marcado y de su posición, teniendo en cuenta, por un lado, las tolerancias de la operación de marcado y, por otro lado, las tolerancias de altura del objeto en la zona de inspección.

Según una característica de esta realización preferida, el dispositivo de adquisición está situado por encima del plano de adquisición superior o por debajo del plano de adquisición inferior. Tal montaje permite tener en cuenta la geometría del artículo inspeccionado y la altura de la marca, para facilitar la instalación mecánica del sistema según la invención a ambos lados de un sistema de transporte de los objetos que se van a inspeccionar en la zona de inspección, permitiendo la superposición de un dispositivo de adquisición y de un dispositivo de iluminación.

Según otra característica de la realización preferida, la óptica de adquisición comprende una ventana de entrada de forma rectangular cuya altura  $H_a$  es mayor o igual que el espesor de adquisición  $E_a$  y cuyo ancho  $L_a$  es menor o igual que la dimensión horizontal más grande de los objetos que se van a inspeccionar medida en la zona de adquisición. Esta característica permite limitar la adquisición de rayos de luz de iluminación capaces de pasar a ambos lados del objeto que se va a inspeccionar en la zona de adquisición.

Según aún otra característica de la realización preferida, el haz luminoso de cada dispositivo de iluminación posee un espesor  $E_i$ , medido verticalmente, mayor que el espesor de adquisición  $E_a$ . Esta característica permite asegurar una iluminación lo más homogénea posible de la zona de adquisición.

Según otra característica adicional de la realización preferida, cada dispositivo de iluminación comprende una ventana de salida de forma rectangular cuya altura  $H_i$  es mayor o igual que el espesor de adquisición  $E_a$  y cuyo ancho  $L_i$  es mayor o igual que la dimensión horizontal más grande de los objetos que se van a inspeccionar medida en la zona de adquisición. Esta característica también permite asegurar una iluminación lo más homogénea posible de la zona de adquisición.

Según una característica de la invención, cada dispositivo de iluminación comprende un dioptrio de salida convexo que posee una forma de porción de cilindro de revolución de eje horizontal. Esta forma del dioptrio de salida permite definir una fuente de luz pseudotelecéntrica en el plano vertical que posee un espesor mayor o igual que la altura del marcado y, por ejemplo, sustancialmente igual a la suma de la altura de las marcas, las tolerancias de posición del marcado sobre el objeto y la tolerancia de posicionamiento del objeto durante su transporte en la zona de inspección. Esta característica también permite asegurar una uniformidad de la iluminación percibida por el sensor. El montaje así constituido es comparable a una iluminación de Köhler en el plano vertical. La altura de la fuente se optimiza y se vuelve comparable al diafragma de campo, el dioptrio convexo de salida de la fuente es comparable al condensador, el objetivo primario del sistema óptico es comparable al objetivo de un microscopio, el objetivo secundario del sistema óptico es comparable a un ocular.

Según la invención, la óptica de iluminación también puede ser una óptica de tipo lente de Fresnel.

Según una característica de la invención, los objetivos de entrada y secundario del sistema óptico están adaptados para obtener un objetivo pericéntrico (hipercéntrico) o telecéntrico con respecto a la superficie que se va a controlar, generalmente curvada en el plano horizontal con el fin de aumentar el campo útil del sistema, la zona de nitidez sobre el ancho del campo curvado, y limitar las aberraciones esféricas sobre el ancho del campo.

De este modo, según una característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el objetivo de entrada, el objetivo secundario, así como las distancias entre los objetivos y el sensor, se optimizan para crear un sistema óptico hipercéntrico o telecéntrico con el fin de optimizar el ancho de campo útil y la profundidad de campo en el plano horizontal en la zona de inspección.

Según otra característica de la invención, para cada conjunto de inspección, el objetivo secundario de la óptica de adquisición comprende un diafragma regulable. El uso de tal diafragma permite limitar la aceptación angular de los haces incidentes y controlar el contraste obtenido en el dispositivo de adquisición.

Según otra característica de la invención, el sistema de inspección comprende al menos cuatro conjuntos de inspección dispuestos a ambos lados de la zona de inspección y distribuidos de manera uniforme en  $360^\circ$ . Esta característica de la invención permite asegurar una buena cobertura de la zona de adquisición al permitir garantizar que el marcado que se va a leer sea visualizado por al menos un conjunto de inspección. Preferiblemente, el sistema de inspección comprende seis conjuntos de inspección cuyos campos de adquisición se solapan en un

ancho mayor o igual que el ancho de un marcado que se va a leer.

Según una característica alternativa, los conjuntos de inspección están distribuidos de forma simétrica a ambos lados de una trayectoria de transporte de los objetos que se van a inspeccionar y están espaciados para permitir el paso de los objetos que se van a inspeccionar.

Según otra variante de esta característica, cada dispositivo de iluminación de un conjunto de inspección se superpone con un dispositivo de adquisición de otro conjunto de inspección. Esta variante permite optimizar el tamaño del sistema de inspección según la invención al tiempo que permite que los conjuntos de inspección se distribuyan de forma simétrica a ambos lados de la trayectoria de transporte de los objetos que se van a inspeccionar en la zona de inspección.

Según otra variante de esta característica, el sistema de adquisición comprende medios de dirección de los conjuntos de inspección adaptados para, por un lado, sincronizar el funcionamiento de los dispositivos de iluminación y de adquisición de un mismo conjunto de inspección y, por otro lado, asegurar un funcionamiento en diferentes momentos de cada uno de los conjuntos de inspección.

Según otra variante adicional de esta característica, los dispositivos de iluminación están adaptados para emitir destellos de luz de una duración menor o igual que la resolución espacial del sistema óptico dividido por la velocidad de desplazamiento de los artículos sobre el transportador. Tal duración del destello permite efectuar la adquisición de un objeto situado en la zona de adquisición sin riesgo de desenfoque.

Según otra variante de esta característica, los dispositivos de iluminación están adaptados para emitir destellos de luz de una duración menor o igual que la resolución espacial del sistema óptico dividido por la velocidad de desplazamiento de los artículos sobre el transportador y a una frecuencia mayor o igual que la velocidad de desplazamiento de los artículos sobre el transportador dividido por una fracción del ancho del marcado que se va a analizar con el fin de realizar varias imágenes del mismo marcado. De este modo, es posible seleccionar la imagen que presente el mejor contraste y/o la menor cantidad de defectos, como, por ejemplo, la línea de sellado del molde, que puede provocar alteraciones/reflejos en la imagen.

Según otra variante adicional de esta característica, los dispositivos de iluminación, los dispositivos de adquisición, así como los medios de dirección, están adaptados para que en un intervalo de tiempo menor o igual que el ancho de un elemento unitario del marcado que se va a analizar, dividido por la velocidad de los artículos sobre el transportador, cada conjunto de inspección haya realizado al menos una adquisición del mismo objeto situado en la zona de adquisición o de inspección.

Según la invención, la unidad de control también puede estar adaptada para asegurar un funcionamiento simultáneo de todos los conjuntos de inspección.

Obviamente, las diversas características, variantes y realizaciones del sistema de inspección según la invención pueden asociarse entre sí según varias combinaciones en la medida en que no sean incompatibles o exclusivas entre sí.

Varias características adicionales de la invención se desprenden, además, de la descripción adjunta efectuada con referencia a los dibujos que ilustran una realización no limitativa de un sistema de inspección de acuerdo con la invención.

- La figura 1 es una vista superior del sistema de inspección según la invención.
- La figura 2 es una perspectiva esquemática de un objeto que comprende un marcado que debe ser leído por el sistema de inspección según la invención.
- La figura 3 es una vista a mayor escala del marcado del objeto ilustrado en la figura 2.
- La figura 4 es un alzado esquemático de dos conjuntos de inspección superpuestos que constituyen el sistema ilustrado en la figura 4.
- La figura 5 es un alzado esquemático lateral de un conjunto de inspección que constituye el sistema ilustrado en la figura 1.
- La figura 6 es una vista superior del conjunto de inspección representado en la figura 5.

Cabe señalar que en estas figuras los elementos estructurales y/o funcionales comunes a las diferentes variantes pueden presentar las mismas referencias.

Un sistema de inspección según la invención, tal como se ilustra en la figura 1 y designado en su conjunto con la referencia S, está destinado a permitir un control automatizado de marcados presentes en la superficie de objetos al menos translúcidos tales como botellas de vidrio que transitan por una zona de inspección Zi a altas velocidades, del orden de 60 metros/minuto, de modo que pasan del orden de 600 objetos por minuto en la zona de inspección. Según el ejemplo ilustrado, la zona de inspección Zi corresponde a una porción de un transportador C en la que está dispuesto el sistema de inspección S.

En el presente caso y como se muestra en la figura 2, cada objeto que se va a inspeccionar O está formado por una botella que se extiende según un eje vertical A y que presenta en su costado un marcado M, por ejemplo, un código de barras bidimensional de alta densidad también denominado Datamatrix, que es más visible en la figura 3. El marcado M ocupa, por ejemplo, una superficie cuadrada de 8 mm de lado. El marcado M se realiza durante el proceso de fabricación del objeto O, de modo que siempre se encuentra en una misma región Rm de este último con una variabilidad relacionada con las tolerancias del proceso de marcado. De este modo, la región de marcado Rm está inscrita en una sección Tm de la pared periférica del objeto O. Además, no se conoce la posición angular de cada objeto en el transportador C, por lo que el sistema de inspección S puede inspeccionar preferiblemente la totalidad de la sección Tm durante el paso de cada objeto en la zona de inspección Zi. Esta inspección se puede realizar aplicando a cada objeto un movimiento de rotación en la zona de adquisición Za. Sin embargo, según el ejemplo ilustrado, el sistema de inspección S está diseñado para poder inspeccionar la totalidad de la superficie de la sección Tm sin aplicar un movimiento de rotación sobre sí mismo al objeto O.

A tal efecto, el sistema de inspección S comprende al menos cuatro y, según el ejemplo ilustrado seis, conjuntos de inspección Ei que están dispuestos a ambos lados de la zona de inspección Zi sin obstaculizar el paso de los objetos que se van a inspeccionar sobre el transportador C. Los conjuntos de inspección Ei se distribuyen de manera uniforme alrededor de la zona de inspección Zi para cubrir los 360° de la sección Tm.

Cada conjunto de inspección Ei comprende un dispositivo de iluminación principal Di y un dispositivo de adquisición Da, como se muestra más particularmente en la figura 4, en la que se pueden ver dos conjuntos de inspección Ei y Ei'. A fin de optimizar el tamaño del sistema de inspección S, el dispositivo de iluminación principal Di del conjunto de inspección Ei se superpone con el dispositivo de adquisición Da' del otro conjunto de inspección Ei', del mismo modo que el dispositivo de adquisición Da del conjunto de inspección Ei se superpone con el dispositivo de iluminación principal Di' del otro conjunto de inspección Ei'. Esto es así para los otros cuatro conjuntos de inspección, estando cada dispositivo de adquisición de un conjunto de inspección superpuesto con un dispositivo de iluminación principal de otro conjunto de inspección.

A fin de simplificar la descripción, se describirán las características ópticas y funcionales de los conjuntos de inspección con referencia a las figuras 5 y 6, solo para el conjunto de inspección Ei. Para facilitar la lectura de las figuras 5 y 6, solo se representan en las mismas el dispositivo de iluminación principal Di y el dispositivo de adquisición Da correspondientes. Debe entenderse que todos los conjuntos de inspección Ei presentan sustancialmente las mismas características funcionales y ópticas de modo que la calidad de las imágenes realizadas no depende de la posición angular del objeto que se va a inspeccionar en la zona de inspección Zi.

Por lo tanto, cada conjunto de inspección Ei comprende, por un lado, un dispositivo de iluminación principal Di que se coloca en un lado de la zona de inspección Zi y, por otro lado, un dispositivo de adquisición Da que se dispone frente al dispositivo de iluminación Di con respecto a la zona de inspección Zi. El dispositivo de iluminación principal Di y el dispositivo de adquisición Da se conectan entonces a una unidad de control UC adaptada para dirigir su funcionamiento.

El dispositivo de iluminación Di comprende una fuente de luz 1 asociada con una óptica de iluminación 2. Según el ejemplo ilustrado, la fuente de luz 1 posee una forma alargada y está formada por una fila horizontal de diodos emisores de luz 1', de modo que la fuente de luz 1 posee un ancho horizontal Ls mayor que su altura hs. El ancho Ls de la fuente de luz 1 es preferiblemente mayor que la dimensión horizontal más grande D del objeto que se va a inspeccionar O en su sección Tm. Preferiblemente, la longitud de la fuente de luz ser dirigida para adaptarse lo mejor posible al objeto que se va a inspeccionar y reducir al máximo la influencia de las paredes laterales del objeto que se va a inspeccionar. En la medida en que, según el ejemplo ilustrado, la fuente de luz está formada por una fila de diodos emisores de luz, puede describirse como pseudolineal. Además, a fin de actuar sobre el contraste obtenido para la lectura, es posible modular la altura hs de la fuente de luz. Esta modulación puede asegurarse, en particular, mediante la selección de diodos emisores de luz. Según una variante de la invención, se utiliza una ranura regulable en altura entre la fuente de luz y la óptica de iluminación, que ofrece la posibilidad de regular el contraste del código y ajustarlo de acuerdo con su profundidad de marcado hasta el límite del contraste generado por los defectos de la piel del vidrio relacionados con la rugosidad y la imperfección de la matriz o el material que constituye el recipiente. La regulación de altura de la fuente de luz es comparable al diafragma de apertura en el plano vertical con arreglo al principio de iluminación de Köhler. La fuente de luz según la invención es asimétrica y puede considerarse como pseudopuntual a lo largo del eje vertical y ancha a lo largo del eje horizontal.

Según una realización alternativa, se añaden difusores holográficos orientados entre la fuente de luz y la óptica de iluminación de la fuente de luz para ajustar el contraste a lo largo de los dos ejes, vertical y horizontal.

La óptica de iluminación 2 está asociada con la fuente de luz 1 de manera que el dispositivo de iluminación Di emite un haz luminoso 3 según un eje de iluminación Δ. El haz luminoso 3 presenta, en vista frontal, una forma de pincel alargado, de sección rectangular, que se extiende según una dirección sustancialmente horizontal. La óptica de iluminación 2 es preferiblemente telecéntrica o pseudotelecéntrica, de manera que los rayos del haz luminoso 3 son sustancialmente paralelos entre sí en la zona de inspección Zi y, más particularmente, en la zona de adquisición Za

que corresponde a una sección horizontal de la zona de inspección  $Z_i$  en la que se inscribe la sección  $T_m$  del objeto que se va a inspeccionar donde se sitúa la marca  $M$  que se va a leer o a inspeccionar. Este carácter telecéntrico o pseudotelecéntrico resulta en particular del hecho de que, en el presente caso, la óptica de iluminación 4 posee un dioptrio de salida 5 convexo que presenta una forma de porción de cilindro de revolución de eje horizontal.

5 La zona de adquisición  $Z_a$  se encuentra situada entre dos planos de adquisición horizontales, a saber, un plano de adquisición inferior  $P_i$  y un plano de adquisición superior  $P_s$ , que se sitúan a una altura  $H_i$ , respectivamente  $H_s$ , de un plano de soporte  $P$  del objeto  $O$ , definido por el transportador  $C$ . La zona de adquisición  $Z_a$  posee entonces un espesor de adquisición  $E_a$ , medido verticalmente, equivalente a la diferencia entre  $H_s$  y  $H_i$ . El espesor  $E_a$  es mayor o igual que el espesor de la sección  $T_m$  y, por ejemplo, igual a la suma del espesor de la sección  $T_m$  y las tolerancias de posicionamiento vertical del objeto en la zona de inspección.

15 A fin de limitar la emisión de rayos parasitarios por parte del dispositivo de iluminación  $D_i$ , este último comprende una ventana de salida 4 de forma rectangular cuya altura  $H_i$  medida perpendicularmente al eje de iluminación  $\Delta$  y, en el presente caso, sustancialmente de forma vertical, es mayor o igual que el espesor de adquisición  $E_a$ . El ancho  $L_i$  de la ventana de salida 4, es por su parte, mayor o igual que la dimensión horizontal más grande  $D$  del objeto  $O$  en la zona de adquisición  $Z_a$  o en la sección  $T_m$ .

20 El haz luminoso 3 posee entonces un espesor  $E_i$  sustancialmente igual a la altura  $H_i$  de la ventana de iluminación y un ancho  $L_f$  sustancialmente igual al ancho  $L_i$  de la ventana de eliminación 4.

25 La fuente de luz 1 es dirigida por la unidad de control  $UC$  y se encuentra adaptada para poder emitir destellos de luz de una duración comprendida entre  $10 \mu s$  y  $1000 \mu s$ . Tal duración del pulso no permite generar desenfoques de movimiento cuando el dispositivo de adquisición posee una resolución espacial de  $10 \mu m$  y el objeto  $O$  se desplaza a una velocidad de  $60 m/min$  en la zona de inspección. Además, la fuente de luz está adaptada para poder emitir destellos de luz a una frecuencia mayor o igual que  $1 kHz$ . En efecto, en el caso de una tasa de  $600$  artículos/minuto, la frecuencia de paso de los artículos en la zona de adquisición es de  $10 Hz$ . Para cada artículo y para un marcado de  $8 mm$ , es preciso proporcionar al menos  $3$  destellos en el marcado, es decir, de acuerdo con el teorema de Shannon, al menos  $6$  periodos y, en la medida en que la velocidad de transporte es de  $60$  metros por minuto, el cálculo recomienda una frecuencia de  $750 Hz$ . De este modo, la fuente de luz puede emitir destellos de luz aislados o, por el contrario, secuencias de destellos.

35 La longitud de onda de la luz emitida por la fuente de luz 1 se selecciona de acuerdo con el material que constituye el objeto  $O$  que se va a inspeccionar y/o de su contenido. La fuente de luz 1 puede presentar una longitud de onda o color fijo o, por el contrario, una longitud de onda o color que puede ser dirigido por la unidad de control  $UC$  para adaptarlo al objeto que se va a inspeccionar  $O$  y/o a su contenido.

40 Cada dispositivo de adquisición  $D_a$  comprende una óptica de adquisición 10 de eje óptico  $\Delta'$  y un sensor de imagen 11 alineado ópticamente con la óptica de adquisición 10. A fin de trabajar en deflectometría, el eje de iluminación  $\Delta$  y el eje óptico  $\Delta'$  forman un ángulo obtuso no plano comprendido entre  $130^\circ$  y  $180^\circ$ . Además, el dispositivo de iluminación  $D_i$  y el dispositivo de adquisición  $D_a$  correspondiente están dispuestos de manera que, en ausencia de un objeto  $O$  en la zona de inspección  $Z_i$ , los rayos del haz luminoso 3 no alcanzan directamente la óptica de adquisición 10. En el presente caso, este resultado se obtiene colocando el dispositivo de adquisición  $D_a$  por encima del plano superior  $P_s$  que delimita la zona de adquisición  $Z_a$ . El mismo resultado podría obtenerse colocando el dispositivo de adquisición  $D_a$  por debajo del plano inferior  $P_i$  que delimita la zona de adquisición  $Z_a$ .

Obviamente, el dispositivo de adquisición  $D_a$  está adaptado para ser sensible a la luz emitida por el dispositivo de iluminación  $D_i$ .

50 A fin de limitar la influencia de destellos parasitarios, la óptica de adquisición 10 comprende una ventana de entrada 12 de forma rectangular cuya altura  $H_a$  medida perpendicularmente al eje óptico  $\Delta'$  es mayor o igual que el espesor  $E_a$  de la zona de adquisición  $Z_a$  y cuyo ancho  $L_a$  es menor o igual que la dimensión horizontal más grande  $D$  del objeto  $O$  en la zona de adquisición  $Z_a$ . La ventana de entrada está orientada horizontalmente, de modo que su dimensión más grande es sustancialmente horizontal. Cabe señalar que, según la invención, el sistema óptico de cada conjunto de adquisición es asimétrico en la medida en que la ventana de salida 4 y la ventana de entrada 12 poseen una forma rectangular cuya dimensión más grande es sustancialmente horizontal.

60 Según el ejemplo ilustrado, la óptica de adquisición 10 comprende un objetivo de entrada 13 y un objetivo secundario 14 situado entre el objetivo de entrada 13 y el sensor de imagen 11. En el presente caso, el objetivo de entrada 13 está adaptado para, en proyección en un plano horizontal tal como el de la figura 6, conjugar la fuente de luz 3 vista a través de la óptica de iluminación 4 con la pupila 15 del objetivo secundario 14. Por lo tanto, la óptica de adquisición puede describirse como un sistema de reformación de imágenes.

65 El objetivo de entrada 13, el objetivo secundario 14, la distancia del sensor de imágenes 11 y la distancia del objetivo 13 con respecto a la superficie de  $T_m$  están adaptados para realizar un sistema óptico telecéntrico o hipercéntrico a fin de maximizar el ancho de campo curvado útil y la profundidad de campo de acuerdo con el diámetro  $D$ .

Preferiblemente, el objetivo de entrada es asimétrico para presentar un factor de forma sustancialmente similar a la ventana de entrada, de modo que sea plano y sea posible superponerlo con un dispositivo de iluminación.

5 Cada uno de los dispositivos de adquisición  $D_a$  y de iluminación  $D_i$  de los seis conjuntos de inspección  $E_i$  están conectados a la unidad de control UC que está adaptada para asegurar un funcionamiento sincronizado y secuencial de acuerdo con el paso de los objetos que se van a inspeccionar en la zona de inspección  $Z_i$ . De este modo, el sistema de inspección comprende una barrera óptica 20 que detecta la entrada de un nuevo objeto O en la zona de inspección  $Z_i$ .

10 La unidad de control UC está entonces adaptada para que cada uno de los seis conjuntos de inspección  $E_i$  realice al menos una imagen de cada objeto O situado en la zona de inspección. Por lo tanto, la unidad de control UC asegura un funcionamiento secuencial de los conjuntos de inspección  $E_i$  de manera que cada uno realice sucesivamente una imagen del objeto O, debiendo ser grabadas las seis imágenes en un tiempo inferior al tiempo de residencia del objeto en la zona de inspección  $Z_i$ . Para la realización de cada imagen, los dispositivos de iluminación  $D_i$  y de adquisición  $D_a$  de un mismo conjunto de inspección  $E_i$  tienen un funcionamiento sincronizado mientras que los otros conjuntos de inspección están inactivos. Esta manera de proceder garantiza una iluminación óptima de la zona de adquisición. Los dispositivos de adquisición y de iluminación están preferiblemente adaptados para permitir la realización de una imagen en un periodo de tiempo menor o igual que el ancho de un marcado que se va a analizar dividido por la velocidad de desplazamiento de los artículos sobre el transportador.

15 Dada la reactividad de los dispositivos de iluminación  $D_i$  y de adquisición  $D_a$ , la unidad de control UC puede estar adaptada para que cada conjunto de inspección  $E_i$  realice varias imágenes de un mismo objeto O situado en la zona de inspección. Cabe señalar que, teniendo en cuenta las tasas de captura de imágenes, la posición del objeto puede considerarse fija en la zona de inspección.

20 Tras la adquisición de las imágenes, la unidad de control UC está adaptada para procesar estas últimas de manera que se pueda identificar cualquier marcado que pueda estar presente y proceder a su lectura. En caso de una lectura válida, el objeto O se registra como conforme y, en caso de una lectura no válida, la unidad de control UC dirige la evacuación del objeto por parte un dispositivo situado aguas abajo de la zona de inspección y que no se muestra en las figuras.

25 El procesamiento por parte de la unidad de control UC de las imágenes realizadas por los conjuntos de inspección del sistema según la invención se lleva a cabo mediante algoritmos muy conocidos por los expertos en la materia y que no requieren una descripción adicional.

30 Según el ejemplo descrito anteriormente, la unidad de control está adaptada para asegurar un funcionamiento secuencial de los conjuntos de inspección  $E_i$ ; sin embargo, podría estar adaptada para asegurar un funcionamiento simultáneo de los conjuntos de inspección cuyos dispositivos de iluminación se activan al mismo tiempo y cuyos dispositivos de adquisición también funcionan sustancialmente al mismo tiempo. Tal funcionamiento simultáneo es posible gracias al diseño óptico asimétrico de los conjuntos de inspección  $E_i$  y a la utilización de ventanas de salida 4 y de entrada 12 que limitan al máximo los destellos parasitarios.

35 Obviamente, se pueden prever diferentes variantes del sistema de inspección según la invención dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema de inspección (S) de un objeto (O) al menos translúcido que se extiende según un eje vertical (A), presentando el objeto al menos un marcado (M) y estando situado en una zona de inspección (Zi), comprendiendo el sistema de inspección:
- al menos un conjunto de inspección (Ei) que comprende:
    - 10 - un dispositivo de iluminación (Di) principal colocado en un lado de la zona de inspección (Zi), comprendiendo el dispositivo de iluminación una fuente de luz (1,1') y emitiendo al menos un haz luminoso (3) según un eje de iluminación ( $\Delta$ ),
    - un dispositivo de adquisición (Da) situado frente al dispositivo de iluminación (Di)
- 15 con respecto a la zona de inspección (Zi) y que comprende una óptica de adquisición (10) que tiene un eje óptico ( $\Delta'$ ) de observación y un sensor de imagen (11) alineado ópticamente con la óptica de adquisición (10), no estando alineados ni siendo coplanares el eje de iluminación  $\Delta$  y el eje óptico  $\Delta'$  de observación en un plano horizontal;
- caracterizado porque, para cada conjunto de inspección (Ei), la óptica de adquisición (10) comprende un objetivo de entrada (13) y un objetivo secundario (14) situado entre el objetivo de entrada (13) y el sensor de imagen (11), estando el objetivo de entrada (13) adaptado para conjugar ópticamente la fuente de luz (1,1') y la pupila (15) del objetivo secundario (14) en un plano horizontal.
- 20 2. Sistema de inspección según la reivindicación 1, caracterizado porque, para cada conjunto de inspección (Ei), el eje de iluminación  $\Delta$  es sustancialmente horizontal.
- 25 3. Sistema de inspección según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque, para cada conjunto de inspección (Ei), el dispositivo de iluminación (Di) correspondiente comprende una fuente de luz (1,1') alargada que emite un haz luminoso (3) que posee una forma de pincel alargado que se extiende según una dirección sustancialmente horizontal.
- 30 4. Sistema de inspección según la reivindicación 3, caracterizado porque, para cada conjunto de inspección (Ei), la fuente de luz (1,1') alargada correspondiente posee un ancho horizontal mayor que su altura, siendo el ancho (Ls) de la fuente de luz (1,1') mayor que la dimensión horizontal más grande (D) del objeto (O) que se va a inspeccionar.
- 35 5. Sistema de inspección según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque, para cada conjunto de inspección (Ei), el dispositivo de iluminación (Di) comprende una óptica de iluminación (4) telecéntrica, de modo que los rayos del haz luminoso (3) son sustancialmente paralelos entre sí en la zona de inspección (Zi).
- 40 6. Sistema de inspección según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque cada dispositivo de adquisición (Da) está adaptado para observar una zona de adquisición (Za) que está situada entre dos planos de adquisición horizontales, inferior (Pi) y superior (Ps), situados a una altura (Hi), respectivamente (Hs), de un plano de soporte (P) del objeto que se va a inspeccionar en la zona de inspección (Zi) y que posee un espesor de adquisición (Ea) medido verticalmente.
- 45 7. Sistema de inspección según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de adquisición (Da) está situado por encima del plano de adquisición superior o por debajo del plano de adquisición inferior.
- 50 8. Sistema de inspección según la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque la óptica de adquisición (10) comprende una ventana de entrada (12) de forma rectangular cuya altura (Ha) es mayor o igual que el espesor de adquisición (Ea) y cuyo ancho (La) es menor o igual que la dimensión horizontal más grande (D) de los objetos (O) que se van a inspeccionar medida en la zona de adquisición (Za).
- 55 9. Sistema de inspección según una de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado porque el haz luminoso (3) de cada dispositivo de iluminación (Di) posee un espesor (Ei), medido verticalmente, mayor que el espesor de adquisición (Ea).
- 60 10. Sistema de inspección según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque cada dispositivo de iluminación (Di) comprende una ventana de salida de forma rectangular cuya altura (Hi) es mayor o igual que el espesor de adquisición (Ea) y cuyo ancho (Li) es mayor o igual que la dimensión horizontal más grande de los objetos que se van a inspeccionar medida en la zona de adquisición (Za).
- 65 11. Sistema de inspección según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque cada dispositivo de iluminación (Di) comprende un dioptrio de salida (5) convexo que posee una forma de porción de cilindro de revolución de eje horizontal.
12. Sistema de inspección según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque, para cada conjunto

de inspección, el objetivo de entrada (13), el objetivo secundario (14), así como las distancias entre los objetivos y el sensor, están optimizados para crear un sistema óptico hipercéntrico o telecéntrico con el fin de optimizar el ancho de campo útil y la profundidad de campo en el plano horizontal en la zona de inspección.

- 5 13. Sistema de inspección según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque comprende al menos cuatro conjuntos de inspección (Ei) dispuestos a ambos lados de la zona de inspección (Zi) y distribuidos de manera uniforme en 360°.
- 10 14. Sistema de inspección según la reivindicación 13, caracterizado porque cada dispositivo de iluminación (Di) de un conjunto de inspección (Ei) se superpone con un dispositivo de adquisición (Da) de otro conjunto de inspección (Ei).
- 15 15. Sistema de inspección según la reivindicación 13 o 14, caracterizado porque comprende una unidad de control (UC) adaptada para dirigir los conjuntos de inspección (Ei) y para, por un lado, sincronizar el funcionamiento de los dispositivos de iluminación (Di) y de adquisición (Da) de un mismo conjunto de inspección (Ei) y, por otro lado, asegurar un funcionamiento en diferentes momentos de cada uno de los conjuntos de inspección (Ei).

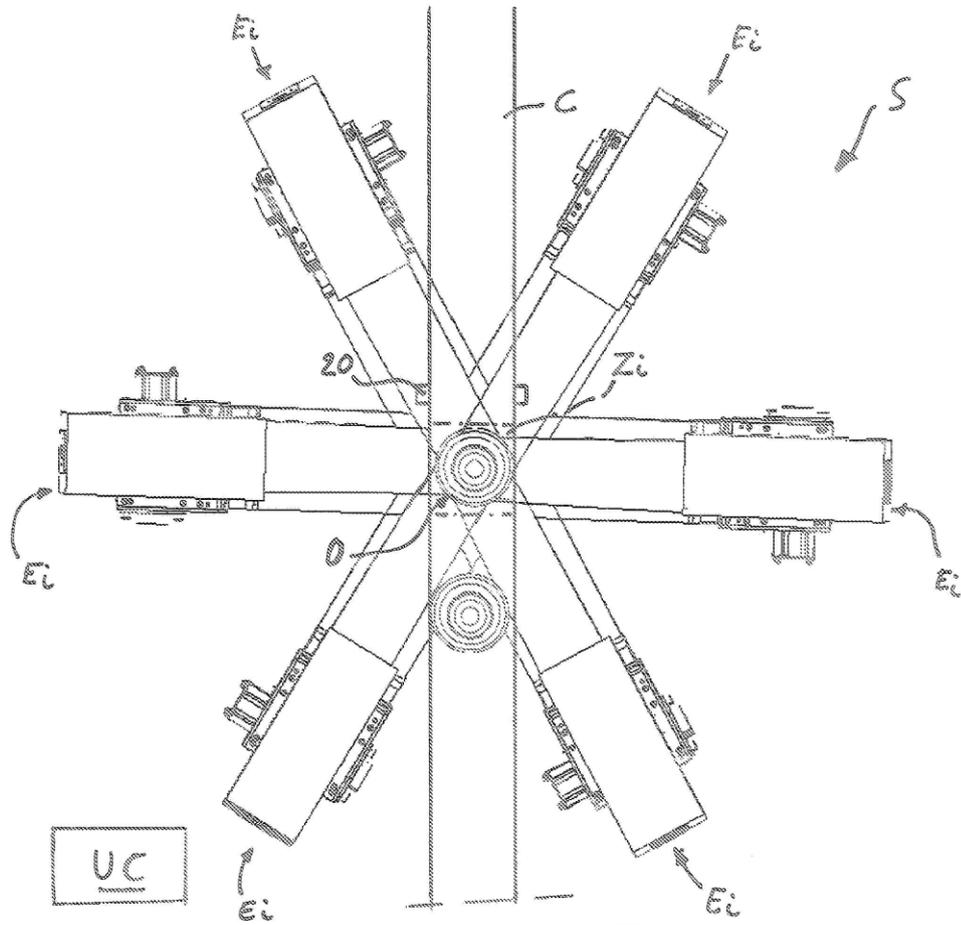


Fig 1

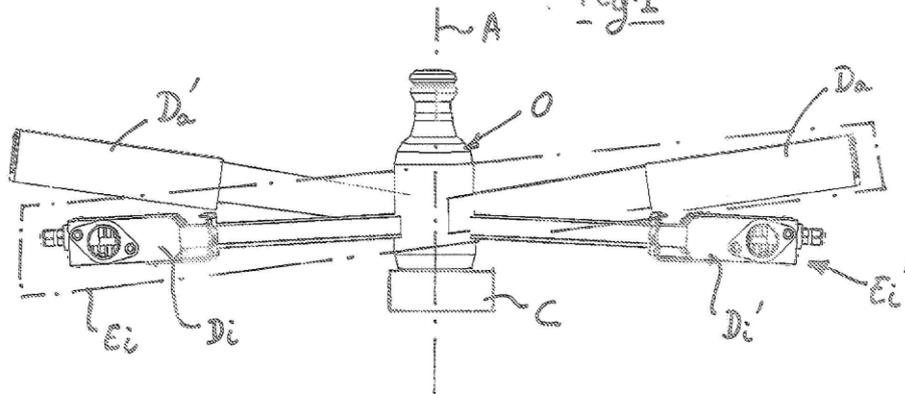
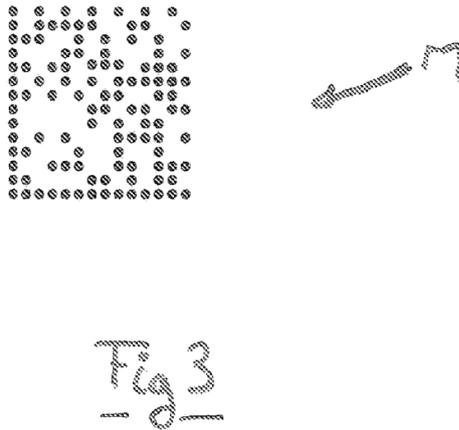
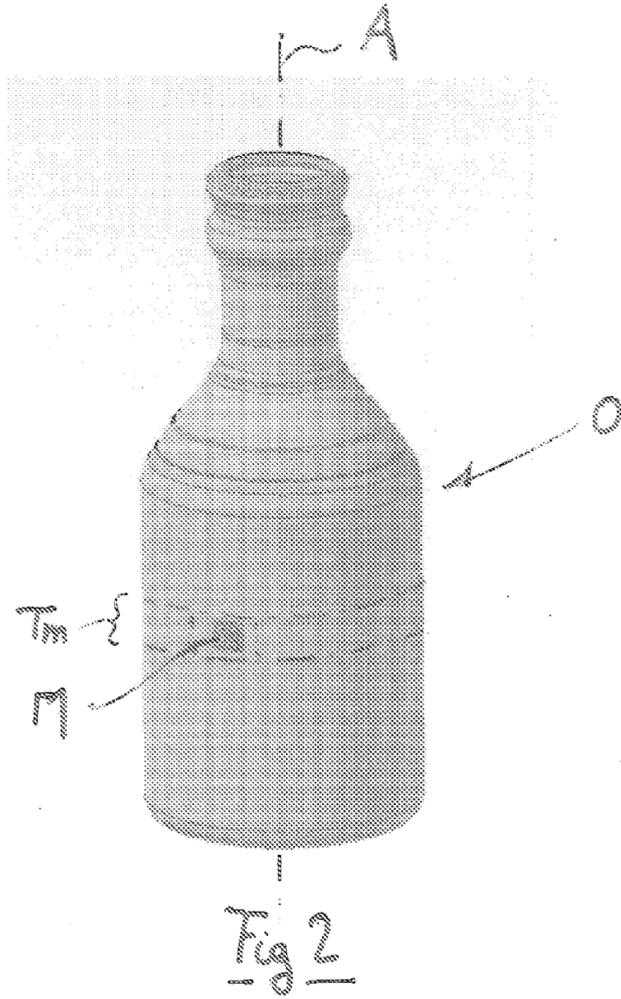


Fig 4



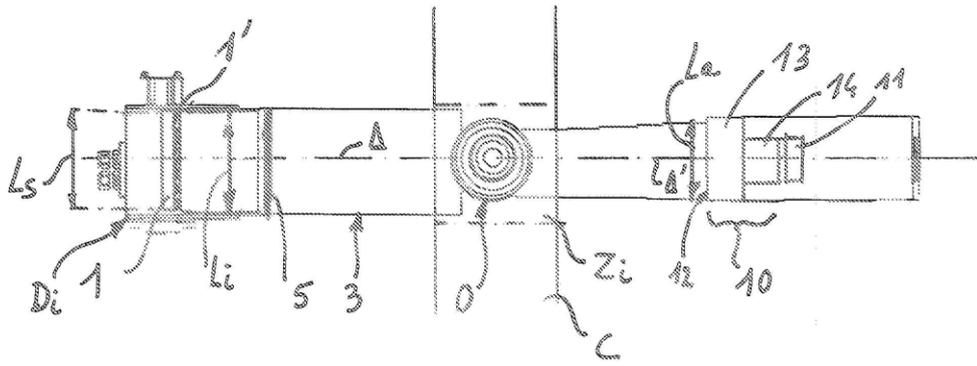


Fig 6

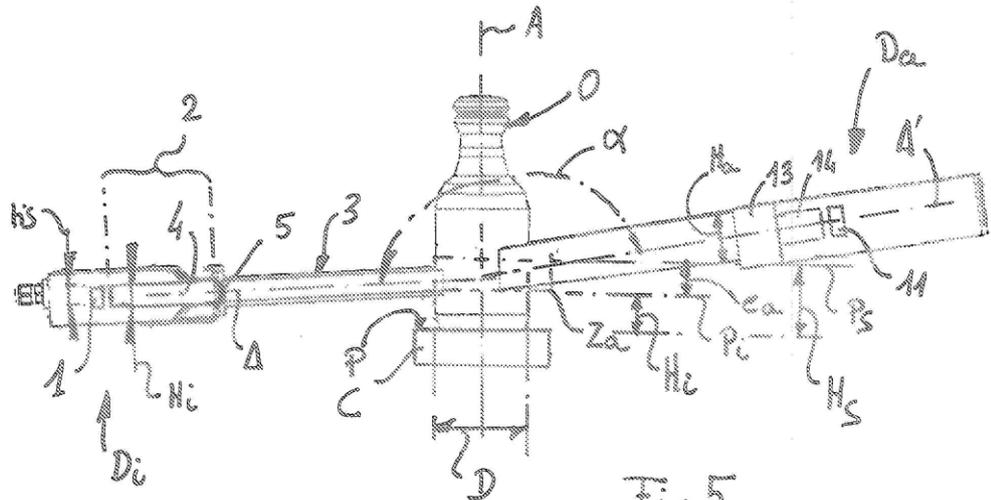


Fig 5