

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 687**

51 Int. Cl.:

G01N 21/958 (2006.01)

G01N 21/90 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2017 PCT/EP2017/054269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2017 E 17707522 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025 EP 3420346**

54 Título: **Sistema y procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente**

30 Prioridad:

24.02.2016 EP 16305214

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

13.05.2025

73 Titular/es:

**BECTON DICKINSON FRANCE (100.00%)
11, Rue Aristide Bergès
38800 Le Pont-de-Claix, FR**

72 Inventor/es:

GRANDVUILLEMIN, ARNAUD

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 017 687 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 y procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente

CAMPO DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a un sistema de inspección para un cilindro transparente, tal como un cilindro hecho de un material transparente y que posee un eje longitudinal y un diámetro. Particularmente, el sistema de inspección está adaptado para detectar partículas o defectos dentro de cilindros transparentes. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la detección de partículas y defectos dentro de un cilindro transparente.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Los cilindros transparentes han sido muy extendidos y utilizados en varios campos, como en la cristalería de laboratorio, en la forma de vasos precipitados o dosificadores, como contenedores de alimentos en forma de tubo o botella, o en la cristalería médica en la forma de viales, cartucho o jeringa. Cualquiera que sea su campo de empleo, estos contenedores diferentes requieren un alto grado de calidad y limpieza, especialmente en el campo médico, en donde los problemas de calidad y/o limpieza pueden tener un impacto directo en la seguridad de los pacientes y en el personal médico.

15 De hecho, los cilindros transparentes, hechos de vidrio o plástico, se producen mediante procesos de fabricación complejos que pueden dar como resultado la formación de partículas o defectos en el material mismo o en su superficie. Por lo tanto, se requiere una etapa de inspección cuidadosa de dichos cilindros transparentes, previo a la entrega al cliente.

20 Dicha etapa de inspección se realiza generalmente de manera automática mediante cámaras que utilizan una luz trasera posicionada detrás del cilindro transparente. Sin embargo, este tipo de inspección no permite la detección de defectos cosméticos de tamaño pequeño y/o partículas de vidrio. Además, dicho sistema de inspección no es específico al no poder diferenciar los diferentes tipos de defectos observados.

25 El documento JP H03 163340 A divulga un procedimiento para detectar defectos en el cuerpo de una botella, en el que la luz se proyecta mediante una fuente de luz desde fuera del campo de visión hacia el cuerpo de la botella, y la luz refracción/dispersada transmitida es recibida por un dispositivo de imágenes a través de la parte transmisora de luz del miembro de bloqueo de luz. Se coloca una placa de protección que tiene un diámetro más pequeño que el cuerpo de la botella entre la fuente de luz y el cuerpo de la botella.

Por lo anterior, existe la necesidad de un sistema confiable que sea capaz de detectar pequeñas partículas de vidrio y defectos cosméticos.

30 SUMARIO DE LA INVENCION

Un objetivo de la presente invención es proponer un sistema de inspección mejorado que sea capaz de detectar partículas de vidrio de un tamaño pequeño y defectos. Otro objetivo de la presente invención, es proporcionar un sistema de inspección capaz de diferenciar los diferentes tipos de defectos.

Los objetivos se alcanzan mediante el sistema de inspección tal como se define en la reivindicación 1.

35 De acuerdo con la invención reivindicada, el sistema comprende medios de captura sustancialmente alineados con la fuente de luz y la máscara a lo largo del eje de inspección, para capturar una imagen del cilindro transparente de manera que cuando el cilindro transparente se coloca en el sistema para inspección, el medio de captura está de forma opuesta a la máscara con relación al cilindro transparente.

40 De acuerdo con una realización, el sistema comprende además un soporte capaz de sostener el cilindro transparente de modo que el eje longitudinal sea perpendicular al eje de inspección.

La expresión "sustancialmente alineado" significa que la fuente de luz, la máscara y los medios de captura están alineados en el eje de inspección, aunque es aceptada una pequeña desviación. La configuración específica del sistema de inspección de acuerdo con la presente invención, puede ser fácilmente realizada por un experto en la técnica al verificar la imagen capturada por los medios de captura.

45 Además, se pueden inspeccionar todo tipo de cilindros transparentes con el sistema de inspección de la presente invención, tales como: los recipientes de vidrio para laboratorio, recipientes para alimentos o recipientes para vidrio médico. Ejemplos de dichos cilindros son: vasos de precipitados, cilindros dosificadores, botellas, frascos, frascos médicos, cartuchos o jeringas. Cualquier otro cilindro puede inspeccionarse siempre que esté realizado de un material transparente. Gracias a la iluminación parcial del cilindro transparente, cualquier partícula dentro de la sección no iluminada del cilindro transparente se ilumina con una luz indirecta refractada por la porción iluminada del cilindro transparente y es claramente visible frente a la máscara que actúa como una oscuridad de fondo. Tales partículas iluminadas, se pueden detectar fácilmente por los medios de captura, tales como un ojo humano o una cámara de video.

50

La porción no iluminada del cilindro transparente puede fluctuar entre 20 a 80% del diámetro del cilindro transparente, preferentemente de 30 a 70% y más preferentemente de 50%.

5 La máscara puede posicionarse en el sistema de inspección con respecto al cilindro transparente para evitar la iluminación de una parte central, alrededor del eje longitudinal del cilindro transparente, de tal forma que solo las periferias radiales del cilindro transparente estén iluminadas por la fuente de luz. Esta configuración del sistema de inspección es especialmente adaptada para detectar partículas de vidrio en la superficie del cilindro transparente o dentro del propio cilindro transparente. En otra configuración, la máscara puede colocarse de manera que impida la iluminación de una periferia longitudinal del cilindro transparente, de tal manera que una única periferia radial del cilindro transparente sea iluminada por la fuente de luz. Preferentemente, la iluminación del cilindro transparente puede evitarse en la mitad de su diámetro, siendo el eje longitudinal un límite entre la parte iluminada y la porción no iluminada del cilindro transparente. Esta configuración permite detectar rayones y partículas, pudiendo ser detectables los rayones en la porción central iluminada del cilindro transparente y las partículas en la porción no iluminada del cilindro transparente.

10 De acuerdo con la configuración del sistema de inspección, se pueden detectar tanto partículas como rayones durante una sola etapa de inspección. Tal sistema de inspección es capaz de diferenciar una partícula de un rayón que permite una inspección precisa de cilindros transparentes.

En otras realizaciones, la máscara es opaca a la luz emitida por la fuente de luz y es preferiblemente de color negro. Esto permite un contraste óptimo para detectar fácilmente partículas superiores a 300 μm . La máscara puede estar hecha de cualquier material adecuado, como madera, cartón, plástico o metal.

20 La fuente de luz es preferentemente capaz de generar una luz blanca. Se pueden usar LED, bombillas halógenas o tubos de neón.

En otras realizaciones, el sistema de inspección además está provisto de medios giratorios capaces de hacer girar el cilindro transparente con respecto al sistema de inspección o de hacer girar el sistema de inspección con respecto al cilindro transparente. La rotación del sistema de inspección o la rotación del cilindro inspeccionado permite en ambos casos, una inspección rápida y completa del cilindro transparente.

Los objetivos también se alcanzan mediante el procedimiento de inspección de un cilindro transparente según se define en la reivindicación 12.

En otras realizaciones, el procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente comprende además una rotación del cilindro transparente alrededor de su eje longitudinal con respecto a la máscara y a la fuente de luz.

30 En otras realizaciones, el procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente comprende además una rotación de la máscara y la fuente de luz alrededor del eje longitudinal del cilindro transparente.

Ambas rotaciones permiten una inspección rápida y completa del cilindro transparente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 La Figura 1 muestra una jeringa como un ejemplo de un cilindro transparente a ser inspeccionado con un sistema de inspección de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es un gráfico esquemático de un sistema de inspección de acuerdo con la presente invención.

La Figura 3 muestra el principio de funcionamiento de un sistema de inspección de acuerdo con la Figura 2.

La figura 4 muestra una partícula detectada por el sistema de inspección de acuerdo con la figura 2.

40 Las Figuras 5A, 5B y 5C muestran diferentes posiciones posibles de la máscara del sistema de inspección de acuerdo con la Figura 2 con respecto a una jeringa de acuerdo con la Figura 1.

La Figura 6 muestra una partícula y un rayón según se detectan a través la máscara tal como se muestra en la Figura 5C.

La Figura 7 muestra una primera realización de un sistema de inspección de acuerdo con la Figura 2.

La figura 8 muestra una segunda realización de un sistema de inspección de acuerdo con la figura 2.

45 La figura 9 muestra una tercera realización de un sistema de inspección de acuerdo con la figura 2.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

La figura 1 muestra una jeringa 10 como ejemplo de un cilindro transparente que puede inspeccionarse mediante un sistema de acuerdo con la presente invención. Otros ejemplos de cilindros transparentes incluyen cartuchos, viales, así como botellas y artículos de vidrio tales como vasos, vasos de precipitados o cilindros dosificadores (no mostrados). La jeringa 10 de la Figura 1 incluye un cilindro cilíndrico transparente 11 que tiene un diámetro D, un eje longitudinal

A y que define una cámara tubular 12 con dos extremidades. Uno de los extremos de la jeringa 10 corresponde a una punta 13 utilizada para la inyección de productos médicos y que puede estar provista de una aguja estacada o un adaptador para conectar una línea intravenosa o cualquier otro tipo de conectores. El otro extremo del tambor cilíndrico transparente 1 corresponde a una brida 14 utilizada para sujetar la jeringa 10. La jeringa 10 puede estar hecha de cualquier material transparente tal como vidrio o plástico, por ejemplo, polietileno, polipropileno, policarbonato o poliolefina cíclica y cualquier combinación de los mismos.

En la figura 2, un sistema de inspección esquemático 100 comprende una máscara negra 110, una fuente de luz 120 y medios de captura 130. La máscara 110, la fuente de luz 120 y los medios de captura 130 están alineados en un eje B, en lo sucesivo denominado eje de inspección. Para realizar una inspección, la jeringa 10 se coloca entre la máscara 110 y los medios de captura 130 de modo que su eje longitudinal A es perpendicular al eje B. Los medios de captura 130 pueden ser cualquier medio de captura capaz de obtener una imagen del cilindro, por ejemplo, el ojo de un operador o una cámara de video.

El principio operativo del sistema de inspección 100 de acuerdo con la presente invención se describe con referencia a la Figura 3. Como ya se mencionó, la fuente de luz 120, la máscara 110, el cilindro transparente bajo inspección, por ejemplo una jeringa 10, y los medios de captura 130 están alineados en el eje de inspección B, la jeringa 10 se coloca entre la máscara 110 y los medios de captura 130. Con ese fin, la jeringa puede ser sobrellevada por un soporte (no mostrado) o de la mano por un operador. Cuando se enciende la fuente de luz 120, una porción de la luz emitida es bloqueada por la máscara 110 y solo la luz periférica L que pasa alrededor de la máscara 110 alcanza así el cilindro de la jeringa 11. Debido a la forma cilíndrica del cilindro de la jeringa 11, la luz se refracta para iluminar partículas y, por ejemplo, una partícula P. Como se muestra en la Figura 4, que muestra la jeringa y la máscara desde el punto de vista de los medios de captura, la partícula P iluminada es fácilmente detectable en una imagen adquirida por los medios 130 de captura, gracias a la máscara negra que actúa como un fondo negro. Una rotación de la jeringa 10 alrededor de su eje longitudinal A o una rotación de la fuente de luz, la máscara y los medios de captura alrededor del eje longitudinal A de la jeringa 10 es preferible para inspeccionar toda la circunferencia de la jeringa 10.

El ancho y el posicionamiento de la máscara 110 con respecto a la fuente de luz 120 y la jeringa 10 se deben elegir para bloquear la iluminación del 20% al 80% del diámetro de la jeringa 10. Preferiblemente, del 30 al 70% del diámetro de la jeringa 10 no está iluminado, más preferiblemente 50%, como se muestra en la Figura 4. Las dimensiones y el posicionamiento de la máscara 110 con respecto a la fuente de luz 120 y la jeringa 10 se pueden seleccionar para cada dispositivo de inspección específico de acuerdo con el tamaño de los cilindros transparentes a inspeccionar. De la misma manera, la disposición de la máscara 110, el cilindro transparente 10, la fuente de luz 120 y los medios de captura 130 en el sistema de inspección 100 se pueden optimizar para obtener una imagen adquirida como la que se muestra en la figura 4.

Por otra parte, la máscara 110 es preferentemente una placa plana, y como tal, está configurada para bloquear la luz entrante sobre la totalidad de su superficie expuesta que recibe luz de la fuente de luz.

Por otra parte, las Figuras 5A-5C muestran diferentes posiciones de la máscara 110 con respecto a la jeringa 10, como se ve a través de los medios de captura 130. En las Figuras 4 y 5A, la máscara está centrada con relación al eje longitudinal A de la jeringa 10. Esto evita la iluminación de una porción central de la jeringa y esta configuración específica es óptima para la detección de partículas de vidrio, que son particularmente visibles en el medio del cilindro transparente 11. En las Figuras 5B y 5C, la máscara 110 está descentrada radialmente con respecto al eje longitudinal A de la jeringa 10 y solo cubre la mitad del diámetro D, por encima o por debajo del eje longitudinal A. Esta posición evita la iluminación en la mitad del diámetro D del cilindro longitudinal 11 y permite la detección de rayones y partículas como se explica a continuación.

En las Figuras 5A-5C, la máscara 110 tiene la misma longitud que el cilindro 11, lo que permite la inspección de toda la longitud del cilindro. Sin embargo, las aplicaciones específicas pueden requerir una máscara que cubra solo una longitud parcial de la jeringa 10.

Asimismo, la máscara 110 preferiblemente está colocada paralela al eje A de la jeringa, aunque una pequeña desviación puede ser aceptable.

Finalmente, la máscara 110 es preferiblemente opaca a la luz emitida por la fuente de luz y de color negro con el fin de proporcionar el mayor contraste posible con las partículas P. Puede estar hecha de cualquier material adecuado tal como metal, plástico, papel o cartón.

Gracias a la máscara 110, la jeringa 10 se ilumina solo en una parte limitada de su diámetro D, la máscara 110 ambas bloquean parte de la luz de la fuente de luz 120 y actúan como un fondo oscuro para la detección de partículas iluminadas. Por lo tanto, el sistema de inspección 100 proporciona una manera simple y fiable de detectar partículas de tamaño pequeño, por ejemplo partículas superiores a 300 μm .

Además de la detección de partículas, las configuraciones del sistema de inspección como se muestra en las Figuras 5B y 5C también permiten la detección de rayones. De hecho, si las partículas permanecen visibles por contraste con la máscara 110, los rayones son fácilmente visibles bajo iluminación directa, en la parte donde la luz no está enmascarada por la máscara 110. Este caso se ilustra en la figura 6 donde los medios de captura 130 pueden detectar

simultáneamente tanto un rayón S en la región iluminada "blanca" como una partícula P en la región no iluminada "negra".

La fuente de luz 120 puede ser cualquier fuente de luz que produzca una luz homogénea. Preferiblemente, la luz es una luz de color blanco que se puede obtener, por ejemplo, con LED, bombillas halógenas o tubos de neón.

5 En el caso de que los medios de captura comprendan una cámara de video, las imágenes adquiridas pueden procesarse con un software disponible comercialmente diseñado para identificar partículas y rayones. Tal software, también puede medir el tamaño de los defectos detectados y ayudar a rechazar los contenedores cilíndricos que tienen defectos inaceptables con respecto al nivel de calidad objetivo.

10 En una primera realización de la presente invención, la cual es visible en la Figura 7, un sistema de inspección portátil 200 comprende una fuente de luz 220 y una máscara integrada 210. El sistema de inspección 200 está provisto además de un botón de conmutación 201 y baterías integradas (no mostradas). Por ejemplo, este sistema de inspección portátil 200 puede ser utilizado manualmente por un operador para inspecciones manuales aleatorias en una línea de fabricación. El operador puede colocar una jeringa 10 a la distancia correcta del dispositivo de inspección 200 para obtener una imagen como las que se muestran en las Figuras 4 o 6. La jeringa 10 también puede girarse
15 apropiadamente por el operador para inspeccionar toda la circunferencia del cilindro.

20 En una segunda realización de la presente invención, visible en la Figura 8, se establece un sistema de inspección 300 para inspeccionar las jeringas 10 en un proceso de fabricación en línea. Las jeringas 10 se transportan en un sistema de transporte 30 que comprende soportes tales como tapones 31 capaces de mantener las jeringas en un posicionamiento vertical. El sistema de inspección 300 comprende un eje giratorio 301 y un marco horizontal 302. La máscara 310, la fuente de luz 320 y los medios de captura 330 son retenidos por el marco horizontal 302 y alineados en el eje de inspección B. Cuando se presenta una jeringa 10 al sistema de inspección 300, la fuente de luz 320 se enciende y la fuente giratoria el eje 301 está motorizado por un motor eléctrico (no mostrado) con el fin de hacer girar la máscara 310, la fuente de luz 320 y los medios de captura 330 alrededor del eje longitudinal de la jeringa 10. Un conjunto de imágenes es adquirido por los medios de captura 330 para inspeccionar toda la circunferencia del cilindro de la jeringa 11 en un período de tiempo muy corto sin retirar la jeringa inspeccionada del proceso de fabricación en línea. La velocidad óptima de rotación depende del tamaño de la jeringa en sí, el tamaño de los defectos a detectar, así como la calidad y los parámetros de los medios de captura. Por ejemplo, 60 imágenes con una cámara de 13 MPx se pueden capturar en 10 a 20 segundos. Puede además proporcionarse una carcasa (no mostrada) alrededor del sistema de inspección 300, para evitar o limitar la luz proveniente de otras fuentes que puede reducir la eficacia de la fuente de luz 320, mejorando así el contraste y la calidad de detección del dispositivo de inspección 300.
30

35 En una tercera realización descrita en la figura 9, se establece un sistema de inspección 400 para la inspección automática de una jeringa 10. Este sistema de inspección 400 está provisto de un marco 401 que soporta una máscara 410, una fuente de luz 420 y medios de captura 430. La jeringa 10 está alojada en un soporte giratorio 402 que comprende dos ejes (no mostrados) provistos de tres ruedas (solo dos son visibles en la figura 9, estando la tercera rueda oculta por una de las dos ruedas visibles). Al menos uno de los dos ejes está acoplado a un motor eléctrico (no mostrado) con el fin de mantener la jeringa 10 en rotación, estando el segundo eje motorizado o libre para girar. Este soporte giratorio 402 permite la rotación completa de la jeringa 10 para inspeccionar toda la circunferencia del cilindro 11 de la jeringa. La inspección 430 significa que puede ser una cámara de video similar a los medios de inspección 330 o una lupa para una inspección visual directa. El sistema de inspección 400 de acuerdo con esta realización está especialmente adaptado para una inspección en profundidad de jeringas de alta calidad o cilindros transparentes antes de su entrega a los clientes que procederán al llenado con productos médicos.
40

El ámbito de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección (100, 200, 300, 400) para detectar una partícula y un rayón en una pared de un cilindro transparente (10) que tiene un eje longitudinal (A) y un diámetro (D), comprendiendo el sistema de inspección:
- una fuente de luz (120, 220, 320, 420) capaz de iluminar un cilindro transparente (10),
- 5 - una máscara (110, 210, 310, 410) capaz de bloquear al menos parte de la luz procedente de la fuente de luz,
- la fuente de luz (120, 220, 320, 420) y la máscara (110, 210, 310, 410) están dispuestas de manera que, cuando el cilindro transparente (10) se coloca en el sistema para su inspección, la fuente de luz, la máscara y el cilindro transparente están sustancialmente alineados a lo largo de un eje de inspección (B) perpendicular al eje longitudinal (A) de dicho cilindro transparente y la máscara (110, 210, 310, 410) se interpone entre la fuente de luz (120, 220, 320, 420) y el cilindro (10) para evitar la iluminación directa desde la fuente de luz de una primera porción del cilindro transparente que tiene un ancho menor que el diámetro (D) del cilindro transparente mientras permite la iluminación de una segunda porción del cilindro transparente,
- 10 - medios de captura de imágenes sustancialmente alineados con la fuente de luz y la máscara, a lo largo del eje de inspección (B), para adquirir una imagen del cilindro transparente de manera que cuando el cilindro transparente (10) se coloca en el sistema para la inspección, los medios de captura estén opuestos a la máscara con relación al cilindro transparente.
- 15 2. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un soporte (31, 402) capaz de soportar el cilindro transparente (10) de modo que el eje longitudinal (A) es perpendicular al eje de inspección (B).
- 20 3. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el que la máscara (110, 210, 310, 410) está dispuesta de manera que el ancho de la porción no iluminada del cilindro transparente fluctúa del 20 al 80% del diámetro (D) del cilindro transparente (10).
- 25 4. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la máscara (110, 210, 310, 410) está dispuesta de manera que el ancho de la porción no iluminada del cilindro transparente es igual al 50% del diámetro (D) del cilindro transparente (10).
- 30 5. Sistema de inspección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la máscara está dispuesta de manera que la porción no iluminada del cilindro transparente es una porción central del cilindro transparente (10).
6. Sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 2, en el que la máscara está dispuesta de manera que la porción no iluminada del cilindro transparente se extiende sobre un lado del cilindro transparente (10).
- 35 7. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la máscara (110, 210, 310, 410) es opaca a la luz emitida por la fuente de luz.
8. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la máscara (110, 210, 310, 410) es de color negro.
- 40 9. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de luz (120, 220, 320, 420) es capaz de generar una luz blanca.
10. Sistema de inspección (100, 200, 300, 400) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además medios giratorios capaces de hacer girar el cilindro transparente (10) a lo largo de su eje longitudinal (A) con respecto a la fuente de luz y la máscara o para girar la fuente de luz y la máscara alrededor del eje longitudinal (A) del cilindro transparente (10).
- 45 11. Sistema de inspección (400) de acuerdo con la reivindicación 10, provisto además de un soporte giratorio (402) destinado a girar el cilindro transparente (10) a inspeccionar alrededor de su eje longitudinal (A).
12. Procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente (10) que tiene un eje longitudinal (A) y un diámetro (D) para detectar una partícula, y un rayón en una pared del cilindro transparente (10), que comprende:
- proporcionar una fuente de luz (120, 220, 320, 420) capaz de iluminar el cilindro transparente, una máscara (110, 210, 310, 410) capaz de bloquear al menos parte de la luz procedente de la fuente de luz (120, 220, 320, 420), y medios de captura de imágenes para capturar una imagen del cilindro transparente,
 - alinear la fuente de luz (120, 220, 320, 420), la máscara (110, 210, 310, 410) el cilindro transparente (10), y los medios de captura de imágenes en un eje de inspección (B), de modo que el eje longitudinal (A) es perpendicular al eje de inspección (B), que la máscara evita la iluminación directa de la fuente de luz de una primera porción del cilindro transparente que tiene un ancho menor que el diámetro (D) del cilindro transparente, mientras permite la iluminación
- 50

de una segunda porción del cilindro transparente, y que los medios de captura de imágenes están opuestos a la máscara con respecto al cilindro transparente,

- 5 - obtener una imagen mediante medios de captura de imágenes de un rayón presente en la pared del cilindro, situado en la segunda región del cilindro transparente e iluminado directamente por la luz de la fuente luminosa, y de una partícula presente en la pared del cilindro transparente, situada en la primera porción del cilindro transparente e iluminada indirectamente por la luz refractada por la segunda porción del cilindro transparente, en contraste con la máscara, en el que la máscara actúa como fondo oscuro.

10 13. Procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además una rotación del cilindro transparente (10) alrededor de su eje longitudinal (A) con respecto a la máscara (110, 210, 310, 410) y a la fuente de luz (120, 220, 320, 420).

14. Procedimiento para inspeccionar un cilindro transparente de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además un giro de la máscara (110, 210, 310, 410) y la fuente de luz (120, 220, 320, 420) alrededor del eje longitudinal del cilindro transparente (10).

FIG. 1

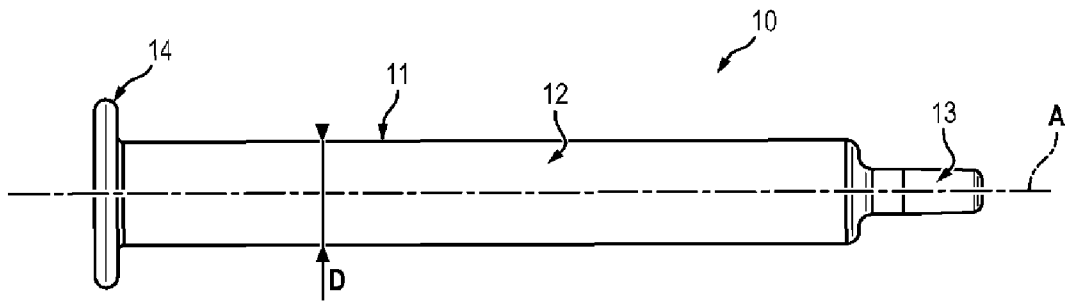


FIG. 2

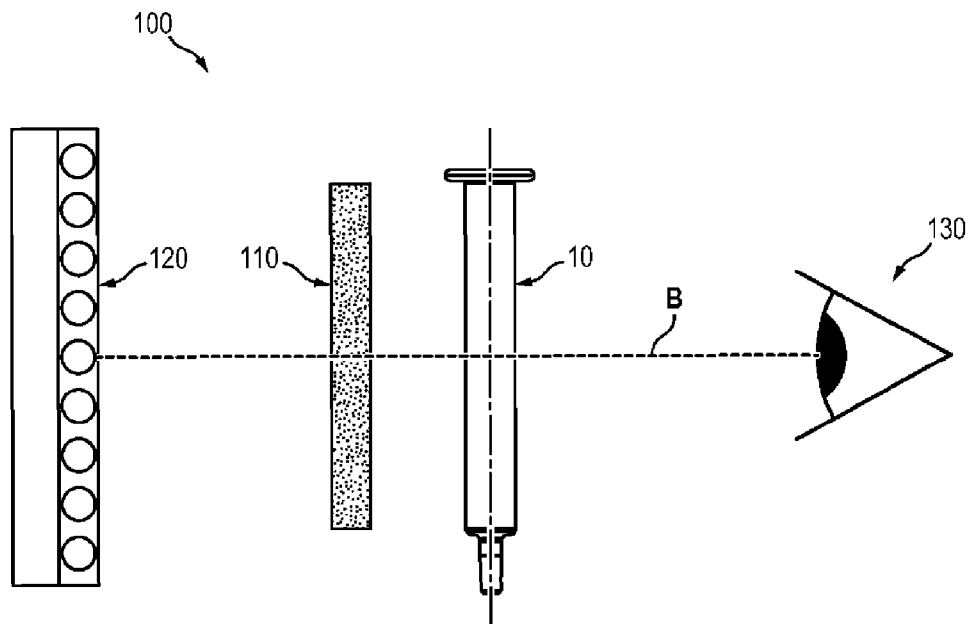


FIG. 3

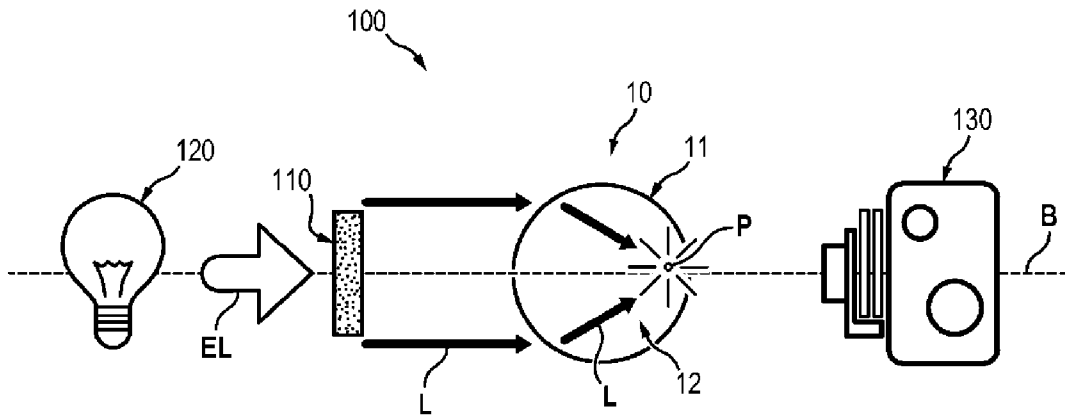


FIG. 4

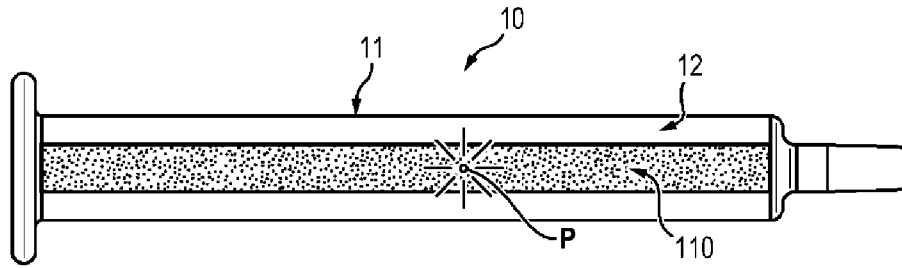


FIG. 5A

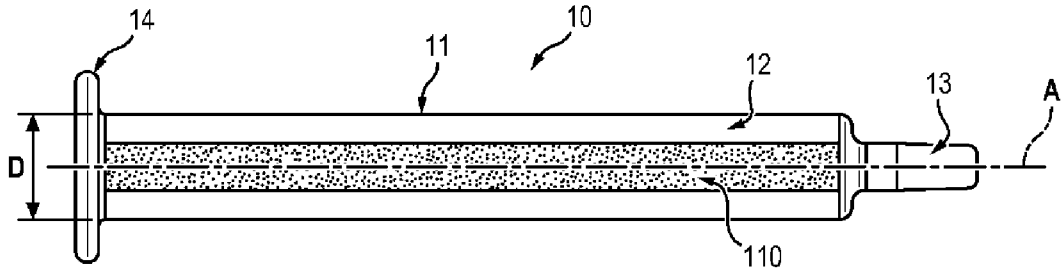


FIG. 5B

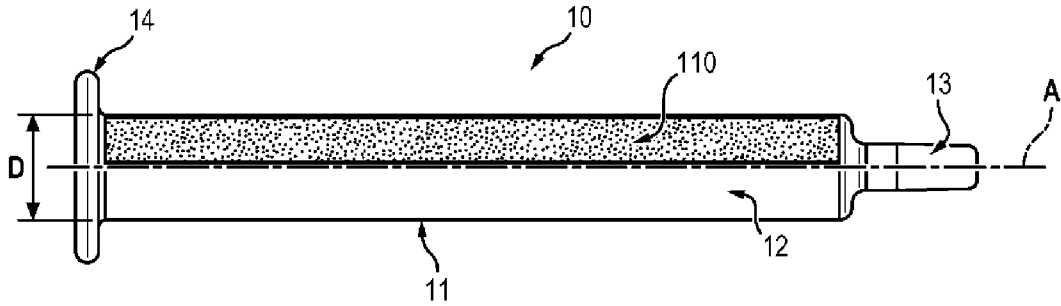


FIG. 5C

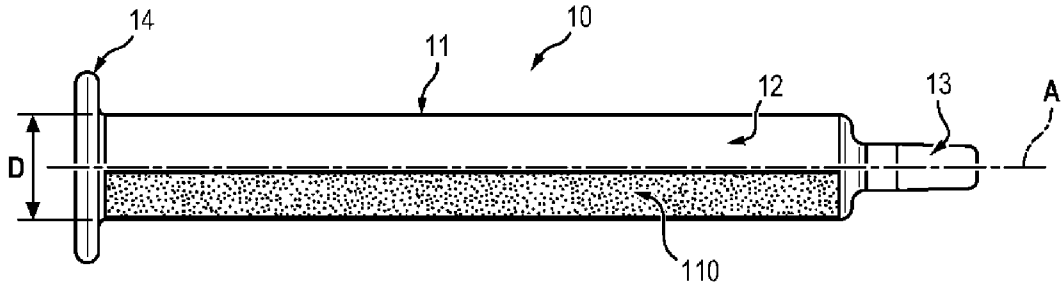


FIG. 6

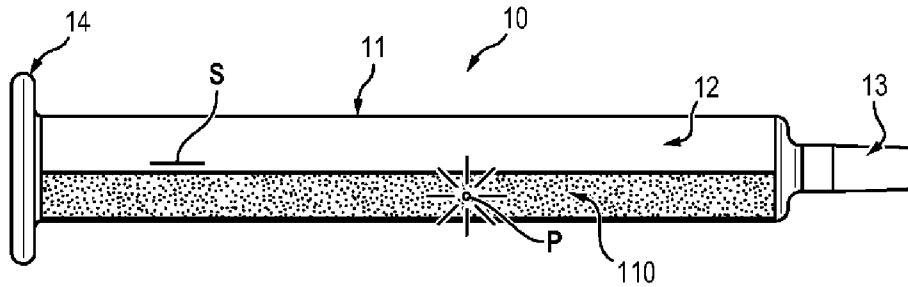


FIG. 7

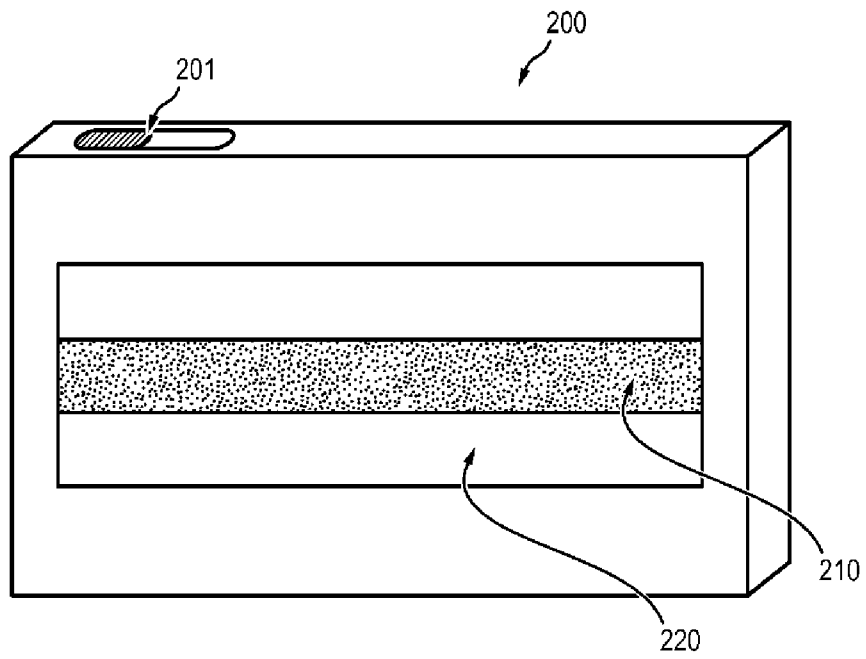


FIG. 8

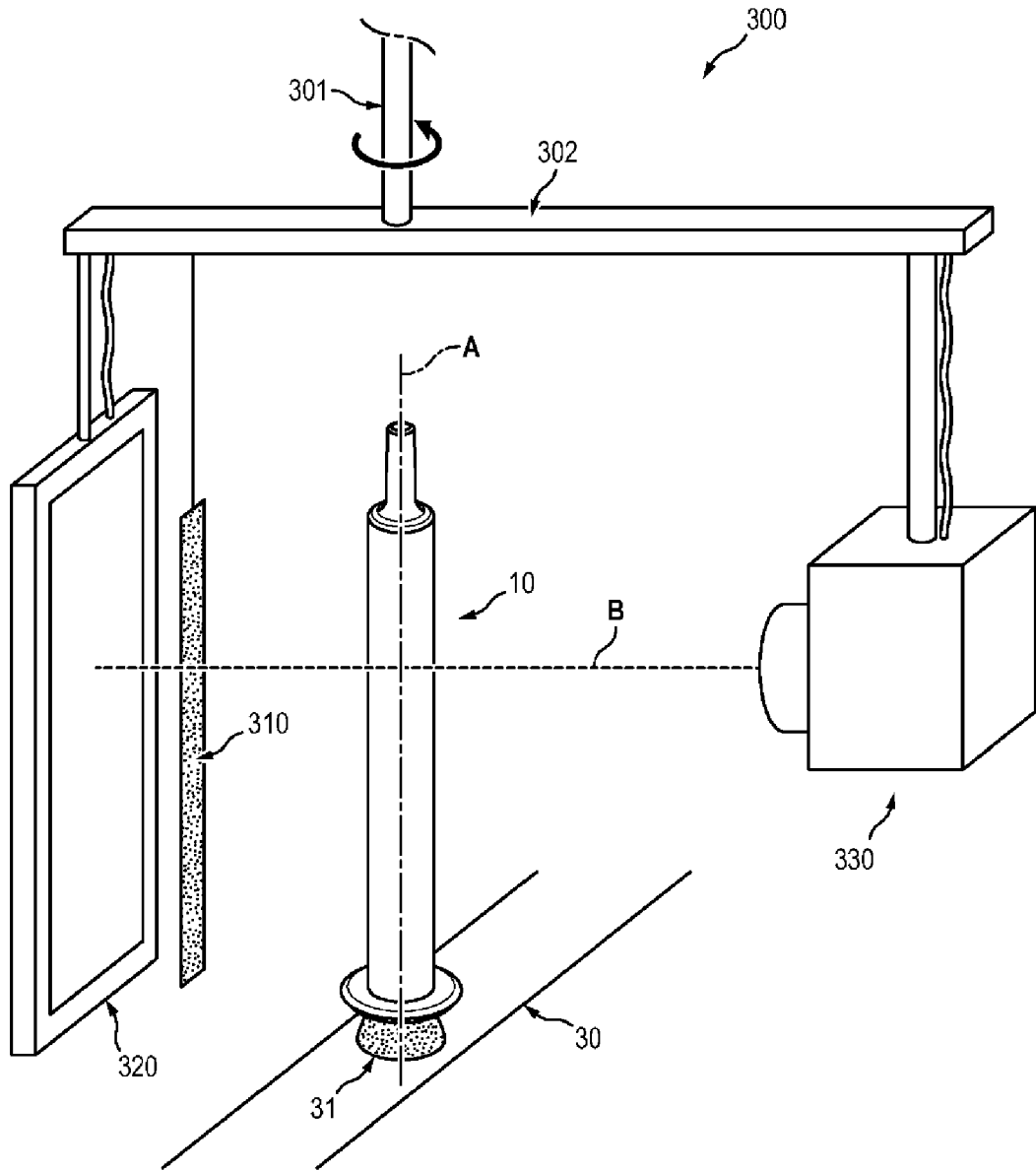


FIG. 9

