

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 557**

51 Int. Cl.:

G01N 21/64 (2006.01)

G01N 21/59 (2006.01)

B07C 5/34 (2006.01)

B07C 5/342 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2010 E 10709457 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.09.2014 EP 2467702**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para detectar piezas de vidrio que contienen plomo**

30 Prioridad:

19.08.2009 AT 52009 U

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

13.01.2015

73 Titular/es:

**BINDER + CO. AG (100.0%)
Grazerstrasse 19-25
8200 Gleisdorf, AT**

72 Inventor/es:

**HUBER, REINHOLD y
LEITNER, KARL**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 526 557 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para detectar piezas de vidrio que contienen plomo

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un procedimiento para detectar piezas de vidrio que contienen plomo en una corriente de material en una sola capa de objetos compuestos principalmente por vidrio viejo, en el que los objetos se irradian con luz ultravioleta sustancialmente monocromática y se detecta la luz fluorescente resultante, así como a un dispositivo correspondiente.

Estado de la técnica

El vidrio viejo contiene generalmente piezas de vidrio normal, pero también puede contener piezas de vidrio que contienen plomo (vidrio de plomo) así como sustancias interferentes menos transparente o no transparentes como la cerámica, la piedra y/o la porcelana.

El reciclaje de vidrio viejo del que forma parte también el vidrio roto, incluido un procedimiento organizado de colección y de selección se está practicando con éxito ya desde hace bastante tiempo y ha permitido conseguir una notable reducción del consumo de energía en la producción industrial de vidrio. La dificultad conocida de que en el marco de la colección de vidrio viejo por parte de los consumidores no se realiza ninguna separación exacta de materiales en cuanto al color del vidrio y sustancias ajenas como la cerámica, la piedra, la porcelana, se ha conseguido dominar entretanto eficazmente mediante procedimientos automáticos de selección de materiales con dispositivos clasificadores controlados de forma optoelectrónica. Para la clasificación de colores y la detección de sustancias extrañas se usan generalmente procedimientos de medición sin contacto mediante sensores infrarrojos o sensores RGB que sobre la base del grado registrado de transmisión o de absorción de la luz orientada a la corriente de material de vidrio viejo inician la separación de las sustancias extrañas no deseadas de la corriente de material de vidrio viejo o la desviación de vidrios de color en fracciones previstas para ello, mediante toberas de soplado o de aspiración postconectadas. El material suelto que ha de separarse de la corriente de material de vidrio viejo se irradia mediante fuentes de radiación por ejemplo sobre una cinta de clasificación o durante un trayecto de caída libre y la radiación que atraviesa la corriente de material de vidrio viejo o que es reflejada por esta es registrada en cuanto a su intensidad por una unidad detectora y comparada con valores de referencia. Una unidad de evaluación y de control que está en conexión de datos con la unidad detectora realiza a continuación una asignación del material suelto a una fracción correspondiente y provoca la recogida de este por elementos de recogida o mediante la desviación a contenedores predeterminados mediante toberas de aire comprimido o toberas de aspiración.

Sin embargo, una problemática que hasta ahora tenía sólo una importancia subordinada en el reciclaje de vidrio, pero que recientemente está adquiriendo cada vez más actualidad, es la detección de vidrio especial en la corriente de material de vidrio viejo. Por vidrios especiales se denominan clases de vidrio creadas especialmente para aplicaciones especiales que en comparación con el vidrio normal (vidrio al sodio y a la cal) presentan propiedades químicas y físicas muy diferentes, especialmente un punto de fusión mucho más alto y mejores propiedades térmicas. Entre ellas cuentan por ejemplo la cerámica de vidrio, el vidrio de cuarzo, el vidrio de plomo así como vidrios técnicos estables a las temperaturas y al choque de calor tales como vidrio de borosilicato.

El proceso de fabricación primario de vidrios especiales es similar al de la producción de vidrio normal, pero a la masa fundida de vidrio se añade según el campo de aplicación una parte determinada de óxidos especiales.

Los llamados vidrios de plomo o piezas de vidrio que contienen plomo o las piezas de vidrio que contienen plomo contienen óxidos de plomo. Por una parte, son muy populares como vidrio de cristal de plomo por su fuerte difracción de luz y su buena aptitud para el tratamiento superficial, pero por razones medioambientales y de salud se tienen que reciclarse necesariamente en vidrierías especiales donde se vuelven a fundir bajo condiciones controladas. Por otra parte, el vidrio de plomo abarca también las pantallas (pantallas de tubos de rayos catódicos), cuyos componentes presentan una parte diferente de óxido de plomo PbO: el vidrio del frente que forma la parte visible de la pantalla presenta un contenido de 0,1 a 4% de PbO, en el caso de frentes pobres en plomo o exentos de plomo, el contenido es < 0,1% de PbO. Sin embargo, el vidrio del cono presenta un contenido en PbO de 10 a 25%. Por lo tanto, los fragmentos de pantallas pertenecen o bien al vidrio de la parte frontal, al vidrio del cono o a la zona de transición entre la parte frontal y el cono, estas piezas de vidrio se denominan fritas de parte frontal/de cono y pueden constituir una propia clase de piezas de vidrio que han de ser separadas.

Los procedimientos conocidos para clasificar de vidrio especial trabajan con sensores de rayos X, siendo excitados determinados componentes químicos (por ejemplo, óxido de aluminio) en el vidrio especial con una fuente de radiación X. Como reacción, las partículas elementales excitadas o los electrones emiten energía en forma de luz, cuya intensidad se mide finalmente y se evalúa para el fin de la detección. Sin embargo, el merado industrial tiene reservas respecto a los procedimientos de sensor de rayos X, porque debido a la radiación de ondas extremadamente cortas, el uso de rayos X supone siempre cierto riesgo de salud para las personas involucradas en

el entorno de la instalación. Además, las instalaciones que trabajan según este procedimiento presentan un modo de construcción de dimensiones relativamente grandes y son siempre costosos.

5 Otro procedimiento conocido para la clasificación de vidrio especial trabaja con la característica de la fluorescencia de vidrio especial. Para ello, el vidrio se somete a luz ultravioleta de una longitud de onda determinada, después de lo que comienza a fluorescer en un estrecho intervalo espectral visible, ya que la luz irradiada en parte es absorbida por impurezas presentes en el vidrio de óxidos y convertida en radiación fluorescente. Con la ayuda del color de fluorescencia se pueden sacar entonces conclusiones acerca de la clase del vidrio especial. La luz ultravioleta que ha de usarse depende de la clase de vidrio especial que ha de ser separada. Un procedimiento de este tipo se dio a
10 conocer por ejemplo por el documento WO 2004/063729 A1 con el que se pueden detectar y clasificar entre otras cosas vidrios de plomo.

15 Sin embargo, no es posible detectar con un procedimiento de este tipo sustancias interferentes no transparentes o poco transparentes. Este tipo de sustancias interferentes se reúnen bajo el término "CPP" (cerámica, piedra y porcelana).

Exposición de la invención

20 Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento y un dispositivo correspondiente con el que se puedan detectar por una parte vidrios de plomo, pero por otra parte también sustancias interferentes (cerámica, piedra y porcelana).

25 Este objetivo se consigue mediante un procedimiento para la detección de piezas de vidrio que contienen plomo en una corriente de material de una sola capa de objetos compuestos principalmente de vidrio viejo, en el que los objetos se irradian con luz ultravioleta sustancialmente monocromática y se detecta la luz fluorescente resultante, según la reivindicación 1, de tal forma que:

30 - los objetos se irradian adicionalmente con luz visible o infrarroja fuera del intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente,

- la luz de transmisión de la luz visible o infrarroja se detecta después del paso por el objeto, y

35 - se define que un objeto contiene plomo si están presentes tanto luz fluorescente para al menos un intervalo de longitudes de onda determinado correspondiente a la fluorescencia de vidrios que contienen plomo, en un intervalo de intensidad determinado, como luz transmitida en un intervalo de intensidad predeterminado con intensidades superiores a cero.

40 Por el uso de luz visible o luz IR (luz infrarroja, longitud de onda 780 nm a 1 mm) por una parte no es posible identificar de forma segura sustancias interferentes no transparentes o poco transparentes (KSP), especialmente si estas emitieran luz fluorescente en el mismo intervalo espectral que las piezas de vidrio que contienen plomo. Por otra parte, se puede evitar que una pieza de vidrio que lleve adherido papel que frecuentemente suministra también una señal en el intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente de piezas de vidrio que contienen plomo, sea identificada erróneamente como vidrio de plomo.

45 Por lo tanto, en el intervalo de longitudes de onda predeterminado asignado a la luz fluorescente, el vidrio que no contiene plomo presentará ninguna o sólo una baja intensidad, y la luz transmitida presentará una mayor intensidad que la de las sustancias interferentes no transparentes o poco transparentes.

50 En el intervalo de longitudes de onda predeterminado asignado a la luz fluorescente, el vidrio que contiene plomo presentará una mayor intensidad que el vidrio que no contiene plomo, y la luz transmitida presentará una mayor intensidad que la de sustancias interferentes no transparentes o poco transparentes.

55 Las sustancias interferentes no transparentes o poco transparentes no presentarán ninguna intensidad o presentarán sólo una reducida intensidad en la luz de transmisión, en comparación con los vidrios transparentes con (pero también sin) contenido en plomo.

60 En experimentos se ha demostrado que el uso de luz ultravioleta-C dentro del intervalo de longitudes de onda de 100 a 300 nm resulta muy apropiada para detectar no sólo la presencia de óxidos de plomo en el vidrio, sino también el contenido de óxidos de plomo en el vidrio. Por lo tanto, también se puede prever que la luz ultravioleta presente una longitud de onda comprendida en el intervalo de 100 a 300 nm, especialmente entre 250 y 275 nm y que la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 500 nm.

65 Unas formas de realización especialmente ventajosas consisten en que la luz ultravioleta presenta una longitud de onda de aprox. 270 nm y que la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 450 nm, o que la luz ultravioleta presenta una longitud de onda de aprox. 254 nm y que la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 420 a 500 nm. La última variante ofrece la ventaja de que se pueden usar los

tubos fluorescentes UV-C usuales en el mercado con una longitud de onda de 254 nm, pero en este caso resulta más difícil la determinación de diferentes contenidos en plomo que en el caso de una fuente de luz ultravioleta-C con una longitud de onda de 270 nm.

5 Dado que la fluorescencia es un efecto superficial se consiguen mejores resultados, es decir mayores intensidades de la luz fluorescente, si la luz fluorescente se mide en procedimiento de luz incidente. Esto quiere decir que la fuente de luz ultravioleta y el detector para luz fluorescente se encuentran al mismo lado del objeto. Pero también tiene ventajas la medición de la luz fluorescente en procedimiento de contraluz, en cuyo caso el detector se encuentra en el lado opuesto a la fuente de luz ultravioleta midiendo la luz fluorescente que pasa por el objeto y que es irradiada por el borde del añico y que se puede atenuarse según el grosor y la coloración del objeto: porque de esta manera tanto el detector para la luz fluorescente como el detector para la luz transmitida pueden disponerse a un lado del objeto y estos pueden recibir luz procedente aproximadamente del mismo punto del objeto.

10 Evidentemente, también es posible una combinación de detectores de luz incidente y de contraluz para detectar la luz fluorescente.

15 Resulta ventajoso que por la intensidad de la luz fluorescente en el intervalo de intensidad predeterminado para piezas de vidrio que contienen plomo se realice una división adicional de las piezas de vidrio que contienen plomo en cuanto al contenido en plomo. De esta manera, se pueden filtrar al menos dos clases de vidrio de plomo, una con un menor y otra con un mayor contenido en óxido de plomo. Esto se consigue especialmente bien en el procedimiento de luz incidente, porque en este caso generalmente las intensidades son más altas y dependen poco del grosor o color.

20 Por lo tanto, la separación de vidrios de plomo exigida por diversos estándares de calidad se pueden realizar según diferentes clases de contenido en plomo: vidrio exento de plomo y pobre en plomo (<0,1% de PbO), vidrio de plomo A (0,1 a aprox. 5% de PbO), vidrio de plomo B (> aprox. 5% de PbO).

25 El uso de luz visible o luz infrarroja permite también procesar mediante procesamiento de imágenes la imagen de un objeto tomada mediante un detector, generalmente una cámara CCD, y detectar de esta forma por ejemplo también la forma de un objeto. Esto permite determinar para cada objeto examinado, mediante la irradiación con luz visible o luz infrarroja, un área parcial, por ejemplo el área marginal o el área interior (= área dentro del área marginal) del objeto y recurrir sólo a la intensidad de la luz fluorescente del área parcial para la definición del contenido en plomo. Es que en experimentos se ha demostrado que la intensidad de la luz fluorescente es mayor en los cantos de rotura de las piezas de vidrio que dentro de las áreas marginales. Por lo tanto, se pueden comparar mejor las intensidades por ejemplo en las áreas marginales entre diferentes piezas de vidrio.

30 Al igual que en procedimientos ya conocidos, puede estar previsto que un objeto definido como con contenido en plomo y/o como sustancia interferente se separe de la corriente de material, por ejemplo mediante toberas de soplado por aire comprimido.

35 Un objeto se define como sustancia interferente si su luz transmitida se encuentra en un intervalo de intensidad inferior al intervalo de intensidad para piezas de vidrio que contienen plomo.

40 También se puede prever que la luz procedente de la fuente de luz ultravioleta se desvíe y se filtre a través de al menos un filtro de espejo.

45 El dispositivo para realizar el procedimiento según la invención se caracteriza porque comprende al menos:

50 - una fuente de luz ultravioleta sustancialmente monocromática con la que se puede iluminar una corriente de material de una sola capa de objetos compuestos principalmente de vidrio viejo,

- un primer detector para detectar la luz fluorescente originada dentro del objeto por la fuente de luz ultravioleta,

55 - una segunda fuente de luz capaz de emitir luz en el espectro visible o luz infrarroja fuera del intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente,

- un segundo detector para detectar la luz transmitida de la luz visible o de la luz infrarroja después de su paso por el objeto,

60 - un dispositivo para producir una corriente de material de una sola capa de vidrio viejo, con el que la corriente de material se puede hacer pasar delante de la fuente de luz ultravioleta y de la segunda fuente de luz,

65 - así como un dispositivo para separar piezas de vidrio que contienen plomo, que separa un objeto si existe tanto luz fluorescente para al menos un intervalo de longitudes de onda predeterminado correspondiente a la fluorescencia de vidrios que contienen plomo, en un intervalo de intensidad predeterminado, como luz transmitida en un intervalo de intensidad predeterminado, con una intensidad superior a cero.

5 Como en el procedimiento según la invención, la fuente de luz ultravioleta puede emitir luz ultravioleta con una longitud de onda en el intervalo de 100 a 300, especialmente entre 250 y 275 nm, y el primer detector puede detectar luz fluorescente sólo en un intervalo de longitudes de onda de 380 a 500 nm. Las formas de realización preferibles son por una parte fuentes de luz ultravioleta con una longitud de onda de aprox. 270 nm y detectores para luz fluorescente en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 450 nm y, por otra parte, fuentes de luz ultravioleta con una longitud de onda de aprox. 254 nm y detectores para luz fluorescente en el intervalo de longitudes de onda de 420 a 500 nm.

10 Para realizar el procedimiento a contraluz puede estar previsto que la fuente de luz ultravioleta y el primer detector se encuentren a lados distintos de la corriente de material.

15 Para realizar el dispositivo según la invención con el mejor ahorro de espacio posible puede estar previsto que la fuente de luz ultravioleta y la segunda fuente de luz se encuentren dentro de una carcasa común y/o que el primer detector y el segundo detector se encuentren dentro de una carcasa común.

20 Para poder eliminar del espectro de la fuente de luz ultravioleta longitudes de onda no deseadas, especialmente aquellas de la luz visible, se debería filtrar la luz ultravioleta. Para ello, puede estar previsto que la fuente de luz ultravioleta esté incorporada en una carcasa con al menos un filtro de espejo, de tal forma que la luz de la fuente de luz ultravioleta se desvíe y se filtre a través de al menos un filtro de espejo, especialmente que se desvíe 180° mediante dos filtros de espejo dispuestos normalmente uno respecto a otro.

25 A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de figuras esquemáticas que representan un ejemplo de realización de un dispositivo según la invención. En ambos casos se aplica el procedimiento a contraluz, es decir, la fuente de luz ultravioleta y el detector para la radiación fluorescente están dispuestos a distintos lados de la corriente de material de vidrio viejo.

Breve descripción de las figuras

30 La figura 1 muestra un dispositivo según la invención con filtro para la fuente de luz ultravioleta,

La figura 2 muestra un dispositivo según la invención con filtros de espejo para la fuente de luz ultravioleta.

Formas de realización de la invención

35 En la figura 1, dentro de una carcasa 1 para fuentes de luz están incorporadas tanto una fuente de luz ultravioleta 3 como una segunda fuente de luz 4.

40 La fuente de luz ultravioleta 3 puede emitir luz ultravioleta en el intervalo de 100 a 285 nm, especialmente entre 250 y 275 nm. Puede estar realizada en forma de una lámpara UV-C que se denomina también lámpara fluorescente UV-C o tubo fluorescente UV-C. Igualmente, en lugar de un tubo UV también pueden emplearse varios LED UV-C (línea LED).

45 La segunda fuente de luz 4 puede emitir luz en el espectro visible (longitud de onda de 380 a 780 nm) y/o en el espectro infrarrojo (longitud de onda de 780 nm a 1 mm) y estar realizada, como en este ejemplo, como lámpara fluorescente (lámpara VIS) con longitudes de ondas en el espectro visible. En lugar de una lámpara (lámpara VIS) también se pueden usar uno o varios LED de colores o infrarrojos (línea LED).

50 Los LED ofrecen varias ventajas frente a las lámparas de tubo:

- mejor regulabilidad de la intensidad

- mayor intensidad

55 - son posibles muchos intervalos de longitudes de ondas diferentes y dentro de márgenes estrechos

- se puede elegir libremente el ancho de iluminación (línea LED) o la superficie iluminada, mediante la disposición de varios LED

60 - es posible definir el perfil de intensidad

La desventaja, al menos de los LED en el intervalo UV-C son actualmente el elevado coste de adquisición y la mayor necesidad de difusión en comparación con las lámparas de tubo.

65 Las dos fuentes de luz 3, 4 están separadas entre ellas por una pared de separación 5 impermeable a la luz.

En el ejemplo en la figura 1, una lámpara UV-C 3 emite radiación UV-C con una intensidad máxima con una longitud de onda de 254 nm y está incorporada en la carcasa 1 de tal forma que la luz ultravioleta se conduce en dirección hacia los detectores a través de un reflector 7 dispuesto detrás de la lámpara de UV-C 3. La luz ultravioleta pasa además por un filtro 6 que absorbe una gran parte de la luz emitida en el espectro visible por la lámpara UV-C 3 y por tanto prácticamente no conduce a los detectores luz en el espectro visible en el intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente. Si por ejemplo llegase luz azul de la lámpara UV-C 3 al detector para luz fluorescente, esta se detectaría como radiación fluorescente, porque esta también se encuentra en el intervalo de la luz azul.

La luz VIS emitida por la segunda fuente de luz igualmente pasa por un filtro 6 que absorbe luz emitida en el intervalo ultravioleta y fluorescente (< 500 nm).

La carcasa 1 se compone, al menos en la zona del paso de luz ultravioleta, de una plancha de cristal de cuarzo 9. El cristal de cuarzo presenta una mayor permeabilidad a la luz ultravioleta-C. Sin embargo, la plancha de cristal de cuarzo 9 puede cubrir también el paso de luz de la luz visible.

La plancha de cristal de cuarzo 9 sirve también como rampa de deslizamiento para los objetos 15 que han de ser examinados (añicos de cristal, sustancias interferentes). En el estado montado del dispositivo según la invención, presenta una inclinación de aprox. 25° con respecto a la perpendicular. Sobre ella se deslizan hacia abajo los objetos 15 siendo iluminados durante ello por las dos fuentes de luz 3, 4.

La distancia entre la luz fluorescente que ha de ser detectada y la luz transmitida (de la fuente de luz 4) que ha de ser detectada debe ser lo más pequeña posible (en el caso ideal, en congruencia) para que los dos detectores, aquel para la luz fluorescente y aquel para la luz transmitida, puedan reproducir a ser posible una imagen coincidente del objeto 15 movido. La distancia entre los ejes centrales de los rayos de luz de la luz visible o de la luz ultravioleta a su salida de la carcasa 1 mide en este ejemplo aprox. 50 mm.

Tanto la luz visible de la lámpara VIS 4, que han dejado pasar los objetos, como la radiación fluorescente en el espectro azul visible, inducida eventualmente por la luz ultravioleta, llegan a través de un cristal de protección 13 al resto de la carcasa 2 donde está dispuesto por una parte un detector 11 para detectar la luz fluorescente y donde, por otra parte, está dispuesto también un detector para detectar la luz transmitida de la segunda fuente de luz 4.

El cristal de protección 13 se compone de vidrio normal y protege el espacio interior de la carcasa 2 contra el polvo y la radiación UV-C.

El detector 11 para detectar la luz fluorescente es sensible en un intervalo de longitudes de onda de 400 a 1.000 nm, la sensibilidad se puede seguir variando mediante filtros, en este caso por ejemplo al intervalo de longitudes de onda relevante de 420 a 500 nm. (En caso de usar luz ultravioleta con una longitud de onda de aprox. 270 nm, se ajustaría el filtro de tal forma que la luz fluorescente se pueda detectar en el intervalo de longitudes de onda de 400 a 450 nm). El detector 11 generalmente se realiza como cámara. Puede estar realizado por ejemplo como llamada cámara TDI 11.

Para evitar una perturbación de la detección de la luz fluorescente por otra fuente de luz en este intervalo de longitudes de onda, la segunda fuente de luz 4 debe emitir a ser posible sólo luz fuera de este intervalo de frecuencia. En la práctica, frecuentemente sucede que incluso fuentes de luz en el intervalo amarillo o rojo, es decir que por definición "emiten luz en el espectro visible o luz infrarroja fuera del intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente" tienen aún una parte azul en la luz que, dado el caso, tiene que separarse por filtración, tal como se ha descrito anteriormente con respecto al filtro 6 para la segunda fuente de luz 4.

Se ha demostrado que especialmente para distinguir el vidrio verde y el vidrio marrón frente a CPP, la luz visible del espectro amarillo/naranja (aprox. 590 nm) proporciona los mejores resultados.

Para detectar la luz transmitida de la segunda fuente de luz 4, generalmente es suficiente con que un detector 10, es decir por ejemplo una cámara, pueda suministrar al menos una imagen de piezas de vidrio en matices de gris. A partir de ello pueden determinarse entonces la posición y la forma del objeto 15 que son necesarias para separar el objeto de la corriente de material eventualmente mediante dispositivos de evacuación postconectados. Por otra parte, de esta manera se determina la permeabilidad a la luz del objeto (pieza de vidrio) 15 y este se detecta como transparente (pudiendo además ser con o sin contenido en plomo) o como poco o no transparente (en este caso, sería una sustancia interferente). De manera correspondiente, la sustancia interferente se separa entonces de la corriente de material mediante los dispositivos de evacuación. Mediante este detector se pueden definir también los bordes y las áreas interiores de las piezas de vidrio mediante detección de imágenes, recurriendo para la evaluación del contenido en vidrio de plomo sólo a la intensidad de la radiación fluorescente de estas áreas parciales del añico.

Por lo tanto, el detector 10 que generalmente es una cámara es sensible al menos en aquel intervalo de longitudes de onda en el que emite luz la segunda fuente de luz 4. En este ejemplo, se usa una llamada cámara RGB 10. En esta se procesa una señal RGB, es decir que los colores rojo, verde y azul se transmiten o se almacenan respectivamente en un propio canal.

5 Para la detección de la luz fluorescente es necesario adicionalmente un detector altamente sensible, generalmente una cámara, en este ejemplo de realización se usó una llamada cámara TDI 11. Esta contiene, igual que la cámara RGB, un sensor CCD, pero este contiene elementos TDI (Time Delay Integration) que son especialmente sensibles y no obstante suministran buenas tomas de objetos movidos.

10 Tanto la luz fluorescente como la luz transmitida inciden en un divisor de rayos 12 que refleja a ser posible completamente la luz azul, aproximadamente en el intervalo de longitudes de onda de 400 a 500 nm, y que deja pasar a ser posible completamente la luz visible > 500 nm (luz transmitida). El rayo de luz reflejado se conduce a la cámara TDI 11 y el rayo de luz que ha pasado se conduce a la cámara RGB 10.

Los datos detectados se conducen a una unidad de evaluación y de control que asigna las distintas piezas de vidrio a las diferentes fracciones:

15 - vidrio de plomo (dado el caso, diferentes fracciones con distintos contenidos en plomo),

- sustancias interferentes (cerámica, piedra y porcelana, "CPP"),

20 - vidrio normal, y

- dado el caso, cerámica de vidrio;

y que controla las unidades de evacuación que llevan las piezas de vidrio a los contenedores correspondientes.

25 En la figura 2, dentro de una carcasa 1 para fuentes de luz están incorporadas tanto una fuente de luz ultravioleta 3 como una segunda fuente de luz 14 que sin embargo, están separadas entre ellas mediante una pared de separación 5 impermeable a la luz.

30 La fuente de luz ultravioleta 3 puede emitir luz ultravioleta en el espectro de 100 a 280 nm, especialmente entre 250 y 275. En este caso está realizada a su vez en forma de una lámpara UV-C. Igualmente, en lugar de un tubo UV pueden emplearse uno o varios LED UV-C.

35 La segunda fuente de luz 14 puede emitir luz en el espectro visible (longitud de onda de 380 a 780 nm) y/o en el espectro infrarrojo (longitud de onda de 780 nm a 1 mm) y estar realizado, como en este ejemplo, como uno o varios LED infrarrojos (línea LED). Igualmente, sin embargo, también se podría usar una lámpara con longitudes de onda en el espectro visible y/o en el espectro infrarrojo o uno o varios LED de luz diurna o de colores (línea LED).

40 La lámpara UV-C 3 emite radiación UV-C con una longitud de onda de 254 nm y está incorporada en la carcasa 1 de tal forma que la luz ultravioleta es desviada de los detectores por un reflector 7 dispuesto en la dirección de los detectores siendo desviada 180° mediante dos filtros de espejo 16 dispuestos en ángulo recto uno respecto a otro. Los filtros de espejo 16 son espejos provistos de un recubrimiento que absorbe una gran parte de la luz de espectro visible emitida por la lámpara UV-C 3 y que por tanto prácticamente no refleja y conduce a los detectores luz visible en el intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente. Si por ejemplo llegase luz azul de la lámpara UV-C 3 al detector para luz fluorescente, esta se detectaría como radiación fluorescente, porque esta también se encuentra en el espectro de la luz azul. En lugar de filtros de espejo 16 recubiertos o adicionalmente a estos también se pueden poner filtros para luz visible en el intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente en la trayectoria de rayos de la luz ultravioleta.

50 Los filtros de espejo 16 ofrecen la ventaja de que se pueden fabricar de forma económica con grandes anchos, por ejemplo de 1.000 mm que corresponde al ancho de cintas transportadores o de la rampa de deslizamiento para vidrio viejo. Los filtros clásicos, por una parte, tienen la desventaja de que frecuentemente se pueden fabricar sólo con pequeños anchos (<200 mm) y por tanto no es posible fabricar un filtro en una sola pieza para el dispositivo según la invención que pueda cubrir todo el ancho de la cinta transportadora o de la rampa de deslizamiento para vidrio viejo.

55 En este ejemplo, un filtro de espejo 16 tiene una altura (medida en el plano del dibujo) de aprox. 5 a 10 cm, en este caso particular de 7 cm. El ancho (medido normalmente con respecto al plano del dibujo) mide 50 a 150 cm, en este caso particular 100 cm.

60 Como material de base para el filtro de espejo 16 se usa una chapa metálica con un grosor de 1 a 2 mm. El recubrimiento se compone de óxidos y tiene un grosor de unos micrómetros.

65 La luz infrarroja de los LED infrarrojos 14 se hace pasar por un cristal dispersor 8 para volver más homogénea la luz de los LED infrarrojos 14 puntuales y sale de la carcasa 1 paralelamente con respecto a la luz ultravioleta. En lugar de un cristal dispersor 8 se pueden usar también otros dispositivos para distribuir la luz de forma más uniforme, por ejemplo un canal de reflexión espejado en sus lados interiores, tal como se describe en el documento AT 10184 U1.

La carcasa 1 se compone al menos en la zona de la salida de luz ultravioleta de un cristal de vidrio de cuarzo 9 como en la figura 1. Sin embargo, el cristal de vidrio de cuarzo 9 también puede cubrir el paso de luz de la segunda fuente de luz, de los LED infrarrojos 14, y servir de rampa de deslizamiento para los objetos que han de ser examinados.

También en este caso, la distancia entre la luz fluorescente que ha de detectarse y la luz transmitida que ha de detectarse debería ser lo más pequeña posible (en el caso ideal, en congruencia), para que los dos detectores, aquel para la luz fluorescente y aquel para la luz transmitida, puedan reproducir a ser posible una imagen coincidente del objeto movido. La distancia entre los ejes centrales de los rayos de luz de la luz infrarroja o de la luz ultravioleta a su salida de la carcasa 1 mide en este ejemplo igualmente aprox. 50 mm.

Tanto la luz infrarroja de los LED infrarrojos 14, que han dejado pasar los objetos 15, como la radiación fluorescente en el espectro azul visible, inducida eventualmente por la luz ultravioleta, llegan a través de un cristal de protección 13, tal como se describe en relación con la figura 1, al resto de la carcasa 2 donde está dispuesto por una parte un detector 11 para detectar la luz fluorescente que se ha de realizar como se ha descrito en relación con la figura 1 y que también en la figura 2 está realizado como llamada cámara TDI 11, y donde, por otra parte, está dispuesto también un detector 10 para detectar la luz transmitida de la segunda fuente de luz 14 de los LED infrarrojos 14. Por lo tanto, el detector 10, que generalmente es a su vez una cámara, es sensible al menos en aquel intervalo de longitudes de onda en el que emite luz la segunda fuente de luz 14, es decir, en este caso, en un intervalo dentro del intervalo de longitudes de onda de 780 a 1 mm. También en este caso, se puede usar a su vez una cámara RGB, dado el caso, con filtro preconectado.

Para evitar una perturbación de la detección de la luz fluorescente por otra fuente de luz en este intervalo de longitudes de onda, la segunda fuente de luz debe emitir a ser posible sólo luz fuera de este intervalo de frecuencia. Por lo tanto, para este ejemplo de realización se eligió una luz lo más alejada posible de la luz fluorescente en cuanto a la longitud de onda, a saber, una luz infrarroja con una longitud de onda de 860 nm.

Sin embargo, especialmente para distinguir el vidrio verde y el vidrio marrón frente a CPP, también se puede usar luz visible de LED del espectro amarillo/naranja (aprox. 590 nm) que proporciona los mejores resultados para ello.

Para detectar la luz transmitida, como ya se ha descrito con respecto a la figura 1, generalmente es suficiente con que el detector 10, es decir por ejemplo una cámara, pueda suministrar al menos una imagen de objetos 15 en matices de gris. A partir de ello pueden determinarse entonces la posición y la forma del objeto 15 que son necesarias para separar el objeto 15 de la corriente de material, eventualmente mediante dispositivos de evacuación postconectados. Por otra parte, de esta manera se determina la permeabilidad a la luz del objeto (pieza de vidrio) 15 y este se detecta como transparente (pudiendo además ser con o sin contenido en plomo) o como poco o no transparente (en este caso, sería una sustancia interferente). De manera correspondiente, la sustancia interferente se separa entonces de la corriente de material mediante los dispositivos de evacuación. Mediante este detector se pueden definir también los bordes y las áreas interiores de las piezas de vidrio mediante detección de imágenes, recurriendo para la evaluación del contenido en vidrio de plomo sólo a la intensidad de la radiación fluorescente de estas áreas parciales del añico.

Tanto la luz fluorescente como la luz infrarroja transmitida inciden en un divisor de rayos 12 que refleja a ser posible completamente la luz azul, aproximadamente en el intervalo de longitudes de onda de 400 a 500 nm, y que deja pasar a ser posible completamente la luz infrarroja, aproximadamente en el intervalo de longitudes de onda de 860 nm. El rayo de luz reflejado se conduce a la cámara TDI 11 y el rayo de luz que ha pasado se conduce a la cámara RGB 10. Los datos detectados se conducen a una unidad de evaluación y de control que asigna las distintas piezas de vidrio a las diferentes fracciones:

- vidrio de plomo (dado el caso, diferentes fracciones con distintos contenidos en plomo),
- sustancias interferentes (cerámica, piedra y porcelana, "CPP"),
- vidrio normal, y
- dado el caso, cerámica de vidrio;

y que controla las unidades de evacuación que llevan las piezas de vidrio a los contenedores correspondientes.

Lista de signos de referencia

- 1 Carcasa para fuentes de luz
- 2 Carcasa para detectores

ES 2 526 557 T3

- 3 Fuente de luz ultravioleta (lámpara UV-C)
- 4 Segunda fuente de luz (lámpara VIS)
- 5 Pared de separación
- 6 Filtro
- 7 Reflector
- 8 Cristal dispersor
- 9 Cristal de vidrio de cuarzo
- 10 Detector para la detección de la luz transmitida (cámara RGB)
- 11 Detector para detectar la luz fluorescente (cámara TDI)
- 12 Divisor de rayos
- 13 Cristal de protección
- 14 Segunda fuente de luz
- 15 Objeto (pieza de vidrio o sustancia interferente)
- 16 Filtro de espejo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la detección de piezas de vidrio que contienen plomo en una corriente de material de una sola capa de objetos compuestos principalmente de vidrio viejo, en el que los objetos se irradian con luz ultravioleta (3) sustancialmente monocromática y se detecta la luz fluorescente resultante, caracterizado porque:
- 5
- los objetos se irradian adicionalmente con luz visible o infrarroja (4, 14) fuera del intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente,
- 10
- la luz de transmisión de la luz visible o infrarroja (4, 14) se detecta después del paso por el objeto, y
 - se define que un objeto contiene plomo si están presentes tanto luz fluorescente para al menos un intervalo de longitudes de onda determinado correspondiente a la fluorescencia de vidrios que contienen plomo, en un intervalo de intensidad determinado, como luz transmitida en un intervalo de intensidad predeterminado con intensidades superiores a cero.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la luz ultravioleta (3) presenta una longitud de onda comprendida en el intervalo de 100 a 300 nm, especialmente entre 250 y 275 nm y la luz fluorescente, se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 500 nm.
- 20
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la luz ultravioleta (3) presenta una longitud de onda de aprox. 270 nm y la luz fluorescente se detecte en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 450 nm.
- 25
4. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la luz ultravioleta (3) presenta una longitud de onda de aprox. 254 nm y la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 420 a 500 nm.
- 30
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la luz fluorescente se mide en procedimiento a contraluz.
- 35
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque por la intensidad de la luz fluorescente en el intervalo de intensidad predeterminado para piezas de vidrio que contienen plomo se realiza una división adicional de las piezas de vidrio que contienen plomo en cuanto al contenido en plomo.
- 40
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque para cada objeto examinado, mediante la irradiación con luz visible o infrarroja (4, 14), se determina un área parcial, como por ejemplo el área marginal o el área interior del objeto y se recurre sólo a la intensidad de la luz fluorescente del área parcial para la definición del contenido en plomo.
- 45
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque un objeto se define como sustancia interferente poco o no transparente si su luz transmitida se sitúa en un intervalo de intensidad inferior al intervalo de intensidad para piezas de vidrio que contienen plomo.
- 50
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque un objeto definido como con contenido en plomo y/o como sustancia interferente se separa de la corriente de material.
- 55
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la luz procedente de la fuente de luz ultravioleta (3) se desvía y se filtra a través de al menos un filtro de espejo (16).
- 60
11. Dispositivo para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque comprende al menos:
- una fuente de luz ultravioleta (3) sustancialmente monocromática con la que se puede iluminar una corriente de material de una sola capa de objetos compuestos principalmente de vidrio viejo,
 - un primer detector (11) para detectar la luz fluorescente originada dentro del objeto por la fuente de luz ultravioleta (3),
 - una segunda fuente de luz (4, 14) capaz de emitir luz en el espectro visible o luz infrarroja fuera del intervalo de longitudes de onda de la luz fluorescente,
 - un segundo detector (10) para detectar la luz transmitida de la luz visible o de la luz infrarroja después de su paso por el objeto,
 - un dispositivo (9) para producir una corriente de material de una sola capa de vidrio viejo, con el que la corriente de material se puede hacer pasar delante de la fuente de luz ultravioleta (3) y de la segunda fuente de luz (4, 14),
- 65

- así como un dispositivo para separar piezas de vidrio que contienen plomo, que separa un objeto si existe tanto luz fluorescente para al menos un intervalo de longitudes de onda predeterminado correspondiente a la fluorescencia de vidrios que contienen plomo, en un intervalo de intensidad predeterminado, como luz transmitida en un intervalo de intensidad predeterminado, con una intensidad superior a cero.

- 5
12. Dispositivo según la reivindicación 11, caracterizado porque la fuente de luz ultravioleta (3) puede emitir luz ultravioleta con una longitud de onda comprendida en el intervalo de 100 a 300 nm, especialmente entre 250 y 275 nm, y el primer detector (11) detecta luz fluorescente sólo en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 500 nm.
- 10
13. Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado porque la luz ultravioleta (3) presenta una longitud de onda de aprox. 270 nm y la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 380 a 450 nm.
14. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado porque la luz ultravioleta presenta una longitud de onda de aprox. 254 nm y la luz fluorescente se detecta en el intervalo de longitudes de onda de 420 a 500 nm.
- 15
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado porque la fuente de luz ultravioleta (3) y el primer detector (11) se encuentran a lados distintos de la corriente de material.
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 15, caracterizado porque la fuente de luz ultravioleta (3) y la segunda fuente de luz (4, 14) se encuentran dentro de una carcasa común.
- 20
17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 16, caracterizado porque el primer detector (11) y el segundo detector (10) se encuentran dentro de una carcasa común.
- 25
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 17, caracterizado porque la fuente de luz ultravioleta (3) está incorporada en una carcasa con al menos un filtro de espejo (16), de tal forma que la luz de la fuente de luz ultravioleta (3) se desvía y se filtra a través de al menos un filtro de espejo (16), especialmente porque se desvía 180° mediante dos filtros de espejo (16) dispuestos normalmente uno respecto a otro.

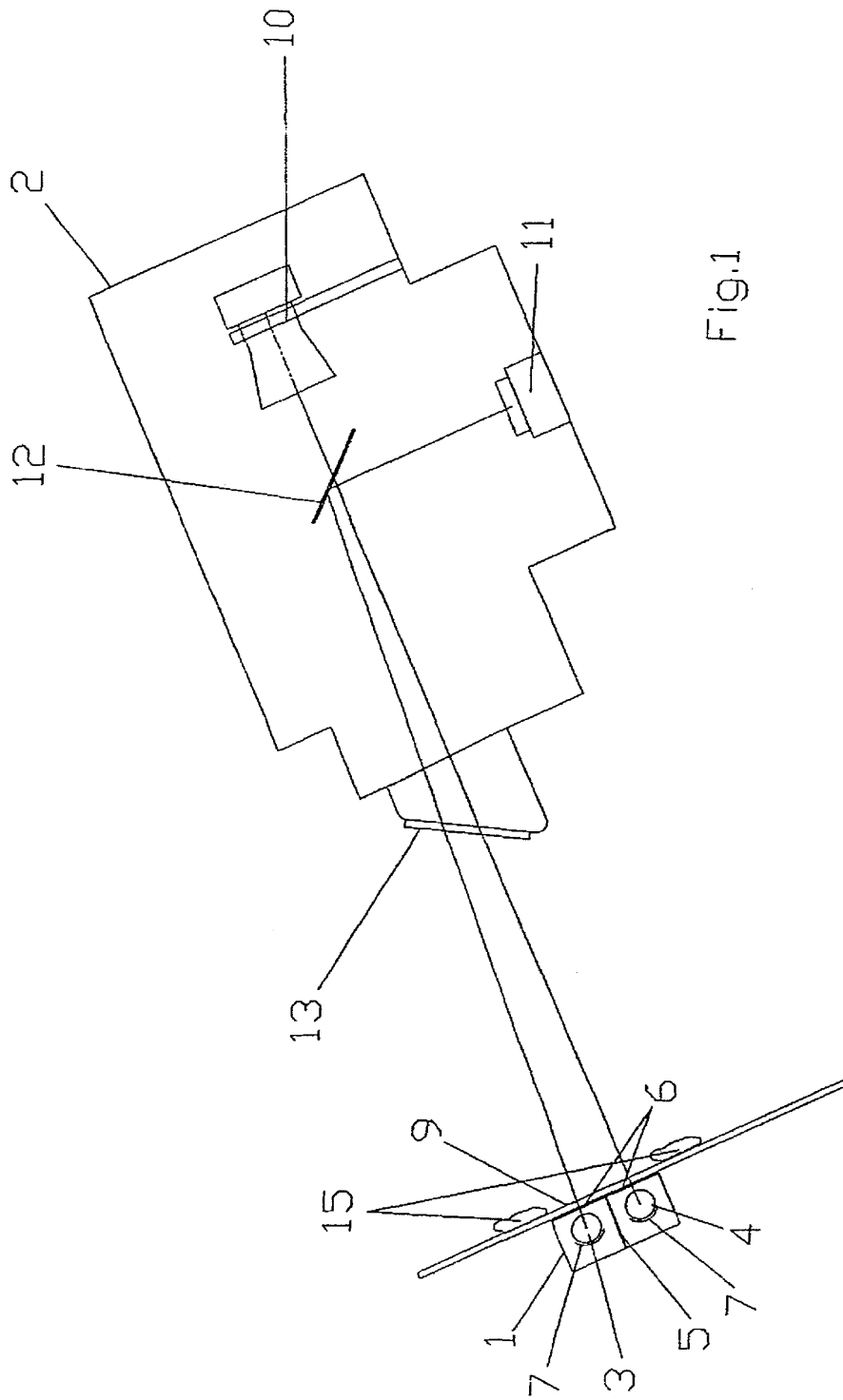


Fig.1

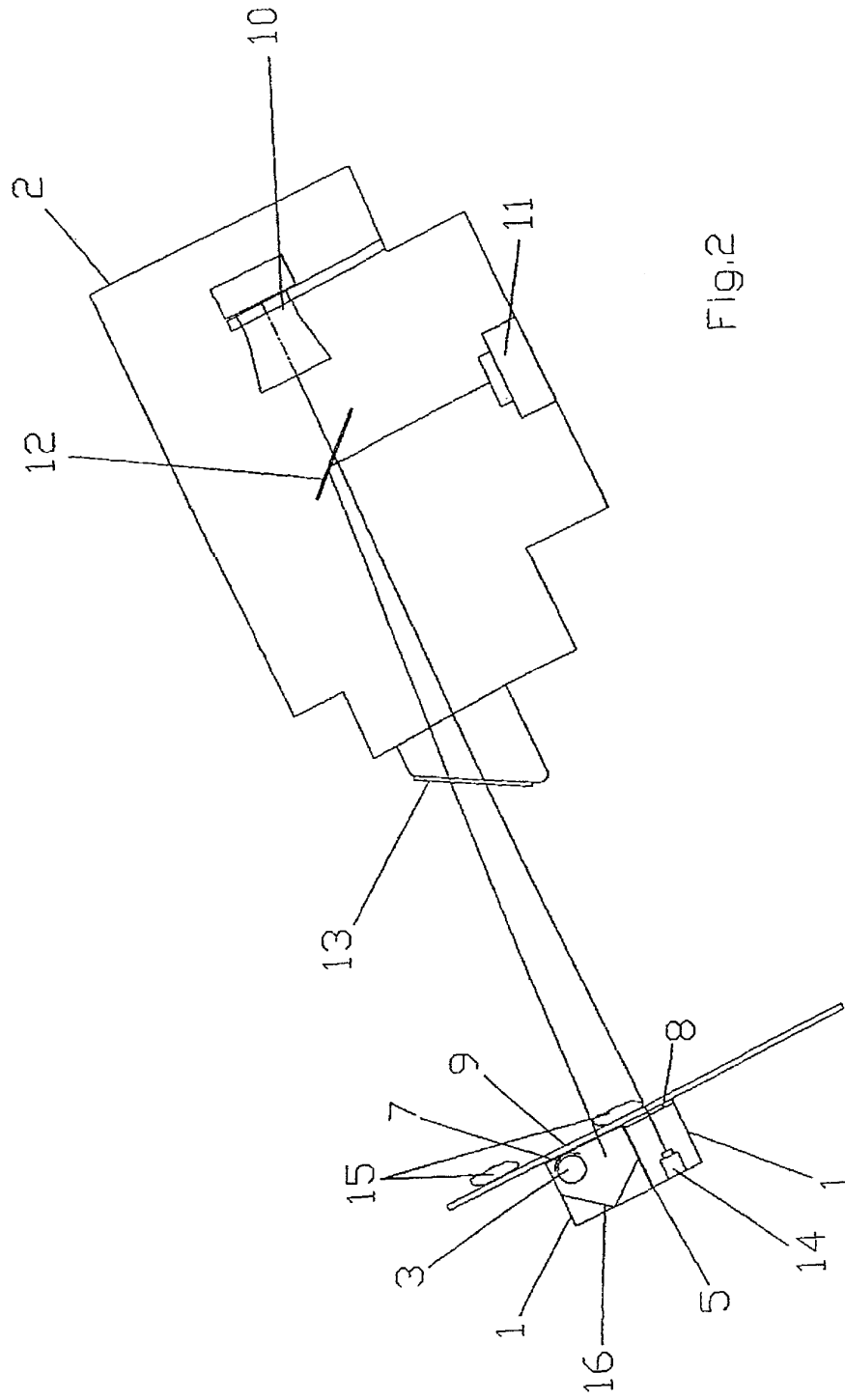


FIG. 2