

(11) Número de Publicação: **PT 2467702 E**

(51) Classificação Internacional:

G01N 21/64 (2014.01) **G01N 21/59** (2014.01)
B07C 5/34 (2014.01) **B07C 5/342** (2014.01)

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: **2010.02.26**

(30) Prioridade(s): **2009.08.19 AT 5202009 U**

(43) Data de publicação do pedido: **2012.06.27**

(45) Data e BPI da concessão: **2014.09.17**
001/2015

(73) Titular(es):

BINDER + CO. AG
GRAZERSTRASSE 19-25 8200 GLEISDORF AT

(72) Inventor(es):

REINHOLD HUBER AT
KARL LEITNER AT

(74) Mandatário:

ANTONIO JOAO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA
RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **PROCESSO E EQUIPAMENTO PARA DETECÇÃO DE PEDAÇOS DE VIDRO
CONTENDO CHUMBO**

(57) Resumo:

A INVENÇÃO REFERE-SE A UM PROCESSO E UM EQUIPAMENTO PARA DETECÇÃO DE PEDAÇOS DE VIDRO CONTENDO CHUMBO NUMA CORRENTE DE MATERIAIS DE UMA SÓ CAMADA DE OBJECTOS, COMPOSTOS PREDOMINANTEMENTE POR VIDRO VELHO, EM QUE OS OBJECTOS SÃO IRRADIADOS COM LUZ UV (3) ESSENCIALMENTE MONOCROMÁTICA, SENDO DETECTADA A LUZ FLUORESCENTE DAÍ RESULTANTE. DE ACORDO COM A INVENÇÃO O OBJECTO É ADICIONALMENTE IRRADIADO COM LUZ VISÍVEL OU INFRAVERMELHA (4); A LUZ DE TRANSMISSÃO DA LUZ VISÍVEL OU INFRAVERMELHA (4) É DETECTADA APÓS A PASSAGEM PELO OBJECTO; E UM OBJECTO É DEFINIDO COMO CONTENDO CHUMBO QUANDO SE VERIFICA TANTO A PRESENÇA DE LUZ FLUORESCENTE NUMA GAMA DE INTENSIDADE PREDETERMINADA NUM INTERVALO DE ONDA PREDETERMINADA CORRESPONDENTE À FLUORESCÊNCIA DE VIDROS CONTENDO CHUMBO, COMO A PRESENÇA DE LUZ DE TRANSMISSÃO COM UMA INTENSIDADE SUPERIOR A ZERO NUM INTERVALO DE INTENSIDADE PREDETERMINADO.

RESUMO

"Processo e equipamento para detecção de pedaços de vidro contendo chumbo"

A invenção refere-se a um processo e um equipamento para detecção de pedaços de vidro contendo chumbo numa corrente de materiais de uma só camada de objectos, compostos predominantemente por vidro velho, em que os objectos são irradiados com luz UV (3) essencialmente monocromática, sendo detectada a luz fluorescente daí resultante. De acordo com a invenção o objecto é adicionalmente irradiado com luz visível ou infravermelha (4); a luz de transmissão da luz visível ou infravermelha (4) é detectada após a passagem pelo objecto; e um objecto é definido como contendo chumbo quando se verifica tanto a presença de luz fluorescente numa gama de intensidade predeterminada num intervalo de onda predeterminada correspondente à fluorescência de vidros contendo chumbo, como a presença de luz de transmissão com uma intensidade superior a zero num intervalo de intensidade predeterminado.

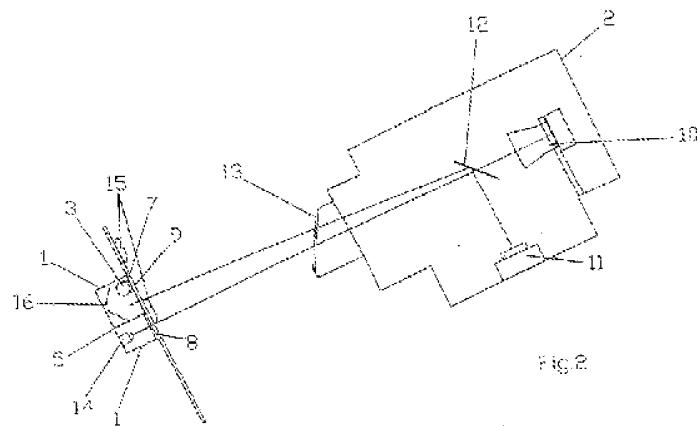


FIG. 2

DESCRIÇÃO

"Processo e equipamento para detecção de pedaços de vidro contendo chumbo"

ÂMBITO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo para detecção de pedaços de vidro contendo chumbo numa corrente de materiais de uma só camada de objectos, predominantemente vidro velho, em que os objectos são essencialmente irradiados com luz UV monocromática, sendo detectada a luz fluorescente daí resultante, bem como ao respectivo equipamento.

ESTADO DA TÉCNICA

Regra geral, o vidro velho contém pedaços de vidro normal partido, podendo também conter pedaços de vidro contendo chumbo (vidro de chumbo), bem como substâncias contaminantes pouco ou nada transparentes, tais como cerâmica, pedra e/ou porcelana.

A reciclagem de vidro velho, a qual também inclui pedaços de vidro partido, em combinação com um processo organizado de recolha e separação é efectuada com êxito há já algum tempo e permitiu contribuir significativamente para a redução do consumo de energia nos processos de produção industrial de vidro. A dificuldade já identificada e conhecida dos consumidores não realizarem uma separação correcta de materiais em função da cor do vidro e substâncias contaminantes, tais como cerâmica, pedra e porcelana durante o processo de separação de vidro velho foi, entretanto, superada com êxito através de processos automatizados de separação de materiais com equipamentos de separação operados por sistemas opto electrónicos. Para fins de separação de cores e reconhecimento de substâncias estranhas são, sobretudo, utilizados métodos de medição sem contacto por meio de sensores de infravermelhos ou RGB, os quais, com base nos graus de transmissão ou absorção de luz registados em relação à luz que incide sobre a corrente de vidro velho, iniciam uma eliminação das substâncias estranhas indesejadas da corrente de vidro velho ou um desvio do vidro colorido para as fracções previstas para o efeito, através de dispositivos de sopro ou de sucção com accionamento

posterior. O material a separar da corrente de vidro velho misturado é irradiado através de fontes de radiação enquanto se encontra sobre uma cinta de transporte ou num canal de queda livre, e a radiação que atravessa a corrente de vidro velho ou a radiação reflectida é registada por uma unidade de detecção e comparada com valores de referência. Uma unidade de avaliação ou de controlo com uma ligação de dados a uma unidade de detecção atribui o material à respectiva fracção, originando uma recolha do mesmo através de um captador ou o desvio para contentores predefinidos por meio de dispositivos de ar comprimido ou de sucção.

O problema que, até à data, era de menor importância no processo de reciclagem de vidro, mas que tem vindo a ganhar amplitude, está relacionado com o reconhecimento de vidro especial presente na corrente de vidro velho. Na categoria de vidros especiais estão englobados os tipos de vidro criados para utilizações específicas e que, em comparação com o vidro normal (vidro sodomítico), apresenta características químicas e físicas muito divergentes, nomeadamente no que diz respeito ao ponto de fusão, consideravelmente mais alto, bem como melhores características térmicas. Incluem-se, nesta categoria, as vitrocerâmicas, os vidros de quartzo, os vidros de chumbo, bem como os vidros técnicos com resistência à temperatura e ao choque térmico, tais como os vidros de borossilicato.

O processo original de produção de vidro especial assemelha-se ao da produção de vidro normal, sendo, no entanto, adicionados, durante o processo de fusão do vidro, percentagens de determinados óxidos específicos, em função do âmbito de aplicação do vidro.

Os assim denominados vidros com chumbo ou pedaços de vidro contendo chumbo contêm óxidos de chumbo. Por um lado, os cristais de chumbo são muito populares graças à sua elevada capacidade de quebra de luz e ao bom desempenho durante a manufactura dos acabamentos, devendo, no entanto e por motivos ambientais e de saúde, ser obrigatoriamente reciclados em vidrarias especiais, nas quais são refundidos em condições controladas. A categoria de vidros com chumbo inclui ainda os ecrãs (ecrãs catódicos), cujos componentes apresentam um teor de óxido de chumbo PbO diferente: o vidro frontal, que forma o

elemento visível do ecrã, apresenta um teor de 0,1-4% de PbO; nos vidros frontais pobres em chumbo ou sem chumbo o teor de chumbo situa-se em valores <0,1% PbO. No entanto, o vidro cónico apresenta um teor de 10-25% PbO. Assim, os pedaços partidos de ecrãs englobam-se no vidro frontal, no vidro cónico ou num grupo intermédio entre ambos, sendo designados por pedaços de vidro de frita. Assim, podem constituir uma classe própria de pedaços de vidro a ser separada.

Os processos conhecidos de separação de vidro especial utilizam sensores de raios X, nos quais determinados componentes químicos do vidro especial (por ex., óxido de alumínio) são estimulados por meio de fontes de raios X. As partículas elementares ou os electrões reagem, libertando energia sob a forma de luz, cuja intensidade é, por fim, medida e avaliada para fins de detecção. Contudo, o mercado industrial coloca algumas reservas ao processo que utiliza os sensores de raios X, dado que a utilização de raios X provoca sempre um certo risco para a saúde das pessoas envolvidas nas imediações do equipamento, devido à intensa radiação de ondas curtas. Acresce ainda que os equipamentos que utilizam este processo apresentam um tipo de construção relativamente grande e dispendioso.

Outro processo conhecido para a separação de vidro especial recorre à característica da fluorescência do vidro especial. Neste processo, o vidro é irradiado com luz UV de um determinado comprimento de onda, despoletando a fluorescência numa zona espectral estreita e visível, uma vez que a luz irradiada é parcialmente absorvida pelas impurezas existentes no vidro óxido e convertida em radiação fluorescente. Com base na cor da fluorescência é possível inferir qual o tipo de vidro especial. A luz UV a utilizar depende do tipo de vidro especial a ser separado. Um processo desta natureza é referido na WO2004/063729A1, através do qual é possível, entre outros, reconhecer e separar vidros com chumbo.

No entanto, não é possível detectar substâncias contaminantes pouco ou nada transparentes através de um processo desta natureza. Essas substâncias contaminantes estão abrangidas pelo conceito «CPP» (cerâmica, pedra e porcelana).

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um dos objectos da presente invenção consiste em disponibilizar um processo e um equipamento respectivo através do qual é possível, por um lado, detectar vidros com chumbo e, por outro, substâncias contaminantes (cerâmica, pedra e porcelana).

Este objecto é conseguido por um processo para detecção de pedaços de vidros contendo chumbo numa corrente de materiais de uma só camada de objectos, predominantemente vidro velho, em que os objectos são irradiados com luz UV essencialmente monocromática, sendo detectada a luz fluorescente daí resultante, de acordo com a reivindicação 1, em que:

- os objectos são ainda irradiados com luz visível ou infravermelha fora do intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente,
- a luz de transmissão da luz visível ou infravermelha é detectada após a passagem pelo objecto, e
- um objecto é considerado contendo chumbo quando existe luz fluorescente em, pelo menos, um intervalo de comprimento de onda predeterminado correspondente à fluorescência de vidros contendo chumbo num intervalo de intensidade predeterminado, bem como luz de transmissão num intervalo de intensidade predeterminado com uma intensidade superior a zero.

Por meio da utilização de luz visível ou infravermelha (luz infravermelha, comprimento de onda 780 nm até 1 mm) é possível, por um lado, identificar claramente as substâncias pouco ou nada transparentes (CPP), especialmente se esta luz fluorescente for emitida no mesmo campo espectral dos pedaços de vidro contendo chumbo. Por outro lado, é possível evitar que um pedaço de vidro com papel colado, o qual frequentemente também emite um sinal no intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente de pedaços de vidro contendo chumbo, seja identificado erradamente como vidro com chumbo.

Por isso, o vidro sem chumbo irá apresentar pouca ou nenhuma intensidade no intervalo de comprimento de onda predeterminado, o qual foi atribuído à luz fluorescente. A luz de transmissão irá apresentar uma maior intensidade do que a de substâncias contaminantes pouco ou nada transparentes.

O vidro com chumbo irá apresentar, no intervalo de comprimento de onda predeterminado e atribuído à luz fluorescente, uma maior intensidade do que o vidro com chumbo. A luz de transmissão irá apresentar uma maior intensidade do que a de substâncias contaminantes pouco ou nada transparentes.

As substâncias pouco ou nada transparentes não irão apresentar qualquer intensidade ou apenas uma intensidade reduzida na luz de transmissão, quando comparadas com os vidros transparentes com (mas também sem) teor de chumbo.

As experiências realizadas permitiram constatar que a utilização de luz UV-C, que abrange o comprimento de onda 100-300 nm, é indicada para detectar a presença de óxidos de chumbo no vidro, mas também o teor dos mesmos no vidro. Assim, é possível presumir que a luz UV apresenta um comprimento de onda de 100 a 300 nm, em particular entre 250 e 275 nm, e que a luz fluorescente é detectada no intervalo de comprimento de onda entre 380 a 500 nm.

Concretizações especialmente vantajosas são aquelas em que a luz UV apresenta um comprimento de onda de aproximadamente 270 nm e a luz fluorescente é detectada no intervalo de comprimento de onda entre 380 a 450 nm, ou em que a luz UV apresenta um comprimento de onda de aproximadamente 254 nm e a luz fluorescente é detectada no intervalo de comprimento de onda de 420 a 500 nm. Esta última variante apresenta a vantagem de poderem ser utilizadas as lâmpadas fluorescentes UV-C tradicionalmente disponíveis no mercado com um comprimento de onda de 254 nm; contudo, deste modo é mais difícil determinar os diferentes teores de chumbo do que quando utilizadas fontes de luz UV-C com um comprimento de onda de 270 nm.

Dado que a fluorescência é um efeito da superfície, é possível obter melhores resultados, o que significa uma intensidade superior da luz fluorescente, quando esta é medida

num processo de luz incidente. Tal significa que a fonte de luz UV e o detector de luz fluorescente se localizam do mesmo lado do objecto. Mas a medição da luz fluorescente no método de retroiluminação também apresenta as suas vantagens: o detector localiza-se no lado oposto ao da fonte de luz UV e mede a luz fluorescente que transpõe ou é reflectida pela face lateral do pedaço de vidro e que pode ser atenuada em função da espessura e coloração do objecto: assim, quer o detector da luz fluorescente, quer o detector da luz de transmissão podem ser dispostos num dos lados do objecto e ambos podem receber luz quase do mesmo local do objecto.

É, naturalmente, possível uma combinação de detectores de luz incidente e de contraluz para a detecção da luz fluorescente.

Considera-se vantajosa a realização de outra subdivisão dos pedaços de vidro contendo chumbo considerando o teor de chumbo, tendo por base a intensidade da luz fluorescente no intervalo de intensidade previamente definido para pedaços de vidro. Assim, seria possível filtrar, pelo menos, duas categorias de vidro com chumbo: uma com um teor de chumbo mais reduzido e outra com um teor de chumbo mais elevado. Tal é, em particular, possível com o processo de luz incidente, dado que, regra geral, as intensidades são superiores e pouco dependentes da espessura ou da cor.

Assim seria possível realizar a separação de vidros com chumbo exigida pelos diferentes padrões de qualidade de acordo com as diferentes categorias de teor de chumbo: Vidro isento ou com teor de chumbo reduzido ($< 0,1\% \text{ PbO}$); vidro com chumbo A ($0,1$ até aproximadamente $5\% \text{ PbO}$); vidro com chumbo B ($>$ aproximadamente $5\% \text{ PbO}$)

A utilização de luz visível ou infravermelha também permite processar uma imagem de um objecto captada por um detector, habitualmente uma câmara CCD, por processamento de imagens, reconhecendo assim a forma de um objecto. Tal permite que, para cada objecto analisado e tendo em consideração a radiação com luz visível ou infravermelha, seja determinada uma área parcial, possivelmente a área circundante ou a área interior (= área no interior da área circundante), e apenas

seja considerada a intensidade da luz fluorescente da área parcial para fins de definição do teor de chumbo. As experiências demonstraram, nomeadamente, que a intensidade da luz fluorescente é mais elevada nas arestas dos pedaços partidos de vidro do que no interior da área circundante. Tal permite comparar melhor as intensidades existentes nas áreas circundantes entre diferentes pedaços de vidro.

Conforme processos já conhecidos, é possível prever que um determinado objecto definido como contendo chumbo e/ou como substância contaminante, seja retirado da corrente de material por meio de dispositivos de sopro com ar comprimido.

Um objecto é definido como substância contaminante quando a luz de transmissão se encontra num intervalo de intensidade inferior ao intervalo de intensidade definido para pedaços de vidro contendo chumbo.

É possível definir ainda que a luz proveniente da fonte de luz UV seja redireccionada ou filtrada através de, pelo menos, um filtro de espelho.

O equipamento para a realização do Processo de acordo com a invenção é caracterizado pelo facto de este abranger, pelo menos:

- uma fonte de luz UV essencialmente monocromática, com a qual é possível iluminar uma corrente de material de uma só camada de objectos, predominantemente vidro velho,
- um primeiro detector para a detecção da luz fluorescente originada no objecto pela fonte de luz UV,
- uma segunda fonte de luz que pode emitir luz numa área visível ou luz infravermelha fora do intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente,
- um segundo detector para a detecção da luz de transmissão da luz visível ou infravermelha após passagem pelo objecto,
- um equipamento para a produção de uma corrente de material de uma camada de vidro velho, o qual permite

passar a corrente de material pela fonte de luz UV e pela segunda fonte de luz,

- bem como um equipamento para a separação de pedaços de vidro contendo chumbo, o qual separa um objecto quando existe luz fluorescente em, pelo menos, um intervalo de comprimento de onda predeterminado correspondente à fluorescência de vidros contendo chumbo num intervalo de intensidade predeterminado, bem como luz de transmissão num intervalo de intensidade predeterminado com uma intensidade superior a zero.

Como já explicado relativamente ao processo de acordo com a invenção, a fonte de luz UV pode emitir com um comprimento de onda entre 100 e 300 nm, em particular, entre 250 e 275 nm, e o primeiro detector detecta apenas a luz fluorescente no intervalo de comprimento de onda de 380 a 500 nm. Os modos de realização preferenciais são, por um lado, fontes de luz UV com aproximadamente 270 nm de comprimento de onda e detectores para luz fluorescente no intervalo de comprimento de onda de 380 a 450 nm e, por outro lado, fontes de luz UV com aproximadamente 254 nm de comprimento de onda e detectores para luz fluorescente no intervalo de comprimento de onda de 420 a 500 nm.

Para a realização do método de retroiluminação é possível prever que uma fonte de luz UV e o primeiro detector se localizem em lados diferentes da corrente de material.

Para realizar o equipamento de acordo com a invenção de modo a ocupar o mínimo de espaço possível pode ser previsto que a fonte de luz UV e a segunda fonte de luz se localizem na mesma caixa e/ou que o primeiro e o segundo detector se localizem na mesma caixa.

Para eliminar comprimentos de onda indesejados do espectro da fonte de luz UV, especialmente os da luz visível, a luz UV deve ser filtrada. Neste sentido é possível prever que a fonte de luz UV se encontre instalada numa caixa com, pelo menos, um filtro de espelho, permitindo assim que a luz proveniente da fonte de luz UV seja desviada e filtrada através de, pelo menos, um filtro de espelho, em particular desviada em 180° através de dois filtros de espelho dispostos normais entre si.

A invenção é, em seguida, explicada com base nas figuras esquemáticas, as quais representam um exemplo de realização de um equipamento de acordo com a invenção. Em ambos os casos é utilizado o método de retroiluminação, isto é, a fonte de luz UV e o detector para radiação fluorescente estão dispostos em lados diferentes da corrente de material de vidro velho.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A Fig. 1 mostra um equipamento de acordo com a invenção, com filtros para a fonte de luz UV,

a Fig. 2 mostra um equipamento de acordo com a invenção, com filtros de espelho para a fonte de luz UV.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Na Fig. 1 encontram-se instaladas, numa caixa 1 para fontes de luz, uma fonte de luz UV 3 e uma segunda fonte de luz 4.

A fonte de luz UV 3 pode emitir luz UV num intervalo de 100 a 280 nm, especialmente entre 250 e 275 nm. Esta pode ser realizada sob a forma de uma lâmpada UV-C, a qual também pode ser designada por lâmpada fluorescente UV-C ou lâmpada fluorescente tubular UV-C. Em substituição dos tubos UV-C também podem ser utilizados um ou mais LED UV-C (LED-Line).

5 A segunda fonte de luz 4 pode emitir luz no intervalo visível (380 a 780 nm comprimento de onda) e/ou no intervalo de infravermelhos (780 nm a 1 mm comprimento de onda) e realizada sob a forma de lâmpada fluorescente (lâmpada VIS) com comprimento de onda no intervalo visível, conforme no presente exemplo. Em substituição de uma lâmpada (lâmpada VIS) também podem ser utilizados um ou mais LED de cor ou infravermelhos (LED-Line).

6 Os LED apresentam vantagens em relação às lâmpadas tubulares:

- melhor regulação da intensidade
- maior intensidade

- possibilidade de diferentes e mais estreitos intervalos de comprimento de onda
- livre escolha da amplitude de iluminação (LED-Line) ou superfície iluminada através da utilização de vários LED
- possibilidade de definição de um perfil de intensidade

A desvantagem, pelo menos de LED na zona UV-C, são os elevados custos de aquisição actuais, bem como a maior dificuldade de difusão em comparação com lâmpadas tubulares.

As duas fontes de luz 3, 4 encontram-se separadas por uma parede divisória opaca 5.

No exemplo concreto da Fig. 1, uma lâmpada UV-C 3 emite uma radiação UV-C com uma intensidade máxima a um comprimento de onda de 254 nm e encontra-se instalada numa caixa 1 de modo a permitir que a luz UV seja conduzida através de um reflector 7 disposto por trás da lâmpada UV-C 3 no sentido dos detectores. A luz UV passa ainda por um filtro 6, o qual absorve a maior parte da luz emitida pela lâmpada UV-C 3 no intervalo visível, não conduzindo assim quase nenhuma luz visível no comprimento de onda da luz fluorescente para os detectores. Caso a luz azul da lâmpada UV-C 3 alcançasse, por exemplo, o detector para luz fluorescente, esta seria detectada como radiação fluorescente, uma vez que também se encontra no intervalo da luz azul.

A luz VIS emitida pela segunda fonte de luz também passa por um filtro 6, o qual absorve a luz no intervalo UV e fluorescente (< 500 nm).

A caixa 1 é constituída por, no mínimo, um vidro de quartzo 9 na zona de passagem da luz UV. O vidro de quartzo apresenta uma elevada translucidez para luz UV-C. Contudo, o vidro de quartzo 9 também pode ocultar a passagem da luz visível.

O vidro de quartzo 9 também se destina a funcionar como canal de deslizamento para os objectos 15 a analisar (pedaços de vidro partido, substâncias contaminantes). No equipamento realizado de acordo com a invenção, este apresenta uma inclinação de aproximadamente 25° em relação ao plano vertical.

Os objectos 15 deslizam em sentido descendente enquanto são irradiados pelas duas fontes de luz 3, 4.

A distância entre a luz fluorescente a detectar e o grau de transmissão de luz a detectar (proveniente da fonte de luz 4) deve ser tão reduzida quanto possível (numa situação ideal, equivalente), para que os dois detectores, quer o da luz fluorescente, quer o da luz de transmissão, possam reproduzir uma imagem tão similar quanto possível do objecto 15 em movimento. Neste exemplo, a distância entre os eixos centrais dos raios de luz da luz visível ou da luz UV, quando emitidos a partir da caixa 1, é de aproximadamente 50 mm.

Quer a luz visível da lâmpada VIS 4 que transpõe os objectos, bem como a radiação fluorescente induzida eventualmente pela luz UV de passagem no intervalo azul visível, alcançam a caixa 2 através de um vidro de protecção 13. Nesta caixa está, por um lado, disposto um detector 11 para detecção da luz fluorescente e, por outro, um detector para detectar a luz de transmissão da segunda fonte de luz 4.

O vidro de protecção 13 é constituído por um vidro normal e protege o espaço interior da caixa 2 contra pó e radiações UV-C.

O detector 11 para detecção da luz fluorescente é sensível num intervalo de comprimento de onda de 400 a 1000 nm. A sensibilidade pode ser regulada através de filtros para um intervalo de comprimento de onda relevante de 420 a 500 nm. (Caso fosse utilizada luz UV com um comprimento de onda de aproximadamente 270 nm, então o filtro deveria ser configurado de modo a detectar apenas luz fluorescente num intervalo de comprimento de onda de 400 a 450 nm). Regra geral, o detector 11 será apresentado sob a forma de câmara. Por exemplo, pode ser apresentado como a assim denominada câmara TDI 11.

Para evitar uma interferência na detecção da luz fluorescente por uma outra fonte de luz neste intervalo de comprimento de onda, a segunda fonte de luz 4 deve apenas, e se possível, emitir luz fora deste intervalo de frequência. Na prática verifica-se frequentemente que mesmo as fontes de luz existentes no intervalo amarelo ou vermelho, e que, portanto, por definição «emitem luz no intervalo visível ou luz

infravermelha fora do intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente» possuem ainda uma percentagem de azul na luz, a qual terá de ser eventualmente filtrada, conforme explicado anteriormente em relação ao filtro 6 para a segunda fonte de luz 4.

Em particular, ficou demonstrado que para distinguir vidro verde e vidro castanho de CPP, a luz visível no intervalo amarelo/laranja (aproximadamente 590 nm) obteve os melhores resultados.

Para a detecção da luz de transmissão proveniente da segunda fonte de luz 4, é, por norma, suficiente que um detector 10, ou seja uma câmara, apresente, pelo menos, uma imagem de pedaços de vidro em sombreado cinzento. Tal permite, por um lado, determinar a posição e a forma do objecto 15, a qual é necessária para eventualmente eliminar o objecto da corrente de material por meio de equipamentos de extracção exteriores. Por outro lado, permite ainda determinar a translucidez do objecto (pedaço de vidro) 15, sendo o mesmo identificado como transparente (pode ainda ser contendo chumbo ou não contendo chumbo) ou pouco ou nada transparente (então tratar-se-ia de uma substância contaminante). A substância contaminante é, consequentemente, eliminada da corrente de material através do equipamento de extracção. Este detector permite ainda definir as extremidades e as áreas interiores dos pedaços de vidro mediante reconhecimento da imagem, bem como considerar a intensidade da radiação fluorescente apenas destas partes para a avaliação do teor de chumbo.

Regra geral, o detector 10 é uma câmara, sendo, consequentemente, sensível, pelo menos, no intervalo de comprimento de onda no qual é emitida a luz da segunda fonte de luz 4. No presente exemplo é utilizada uma assim denominada câmara RGB 10. Esta processa um sinal RGB, ou seja, as cores vermelho, verde e azul são respectivamente transmitidas ou guardadas num canal próprio.

Para a detecção da luz fluorescente é, por norma, necessário um detector altamente sensível, regra geral uma câmara. No presente exemplo de realização foi utilizada uma assim denominada câmara TDI 11. À semelhança da câmara RGB,

esta contém um sensor CCD, embora este disponha de elementos TDI (*Time Delay Integration*), os quais apresentam bons registos de objectos em movimento apesar de serem particularmente sensíveis.

Quer a luz fluorescente, quer a luz transmitida juntam-se num separador de feixe 12, o qual reflecte a luz azul no intervalo de comprimento de onda de 400 a 500 nm em quase toda a amplitude, deixando igualmente passar a luz visível quase na totalidade >500 nm (luz transmitida). O raio de luz reflectido é conduzido para a câmara TDI 11 e o raio de luz transmitido é conduzido para a câmara RGB 10.

Os dados detectados são encaminhados para uma unidade de avaliação e controlo, a qual atribui cada pedaço de vidro às diferentes fracções

- Vidro com chumbo (eventualmente diferentes fracções com diferentes percentagens de chumbo),
- Substâncias contaminantes (cerâmica, pedra e porcelana «CPP»),
- Vidro normal, e
- eventualmente vitrocerâmica; esta controla ainda as unidades de extracção que colocam os pedaços de vidro nos respectivos contentores.

Na Fig. 2 encontram-se, numa caixa 1 para fontes de luz, uma fonte de luz UV 3 e uma segunda fonte de luz 14, mas separadas por uma parede divisória 5 opaca.

A fonte de luz UV 3 pode emitir luz UV num intervalo de 100 a 280 nm, especialmente entre 250 e 275 nm. Esta encontra-se aqui novamente realizada sob a forma de uma lâmpada UV-C. Em substituição dos tubos UV-C também podem ser utilizados um ou vários LED UV-C.

A segunda fonte de luz 14 pode emitir luz no intervalo visível (380 a 780 nm comprimento de onda) e/ou no intervalo de infravermelhos (780 nm a 1 mm comprimento de onda) e ser

realizada sob a forma de LED infravermelhos (LED-Line) conforme no presente exemplo. Mas também poderia ser utilizada uma lâmpada com comprimentos de onda no intervalo visível e/ou no intervalo infravermelho ou um ou vários LED de luz diurna ou de cor (LED-Line).

A lâmpada UV-C 3 emite radiação UV-C com um comprimento de onda de 254 nm e encontra-se instalada numa caixa 1 de modo a permitir que a luz UV seja afastada pelo reflector 7 disposto no sentido dos detectores e redirecccionada em 180° através de filtros de espelho 16 dispostos frente a frente, sendo assim desviados no sentido dos detectores. Os filtros de espelho 16 são espelhos revestidos que absorvem uma grande parte da luz emitida pela lâmpada UV-C 3 no intervalo visível, não conduzindo assim quase nenhuma luz visível para os detectores no comprimento de onda da luz fluorescente. Caso alguma luz azul passasse da lâmpada UV-C 3 para o detector de luz fluorescente, esta seria detectada como radiação fluorescente, dado que esta também se situa no intervalo da luz azul. Em substituição dos filtros de espelho 16 ou adicionalmente a estes podem ser colocados filtros para luz visível no comprimento de onda da luz fluorescente na faixa de luz da luz UV.

Os filtros de espelho 16 possuem a vantagem de poderem ser produzidos com custos reduzidos mesmo com larguras grandes, de aproximadamente 1000 mm, o que corresponde à largura das cintas de transporte ou dos canais de deslizamento para vidro velho. Por um lado, os filtros clássicos possuem a desvantagem de poderem ser produzidos com larguras pequenas (<200 mm), inviabilizando, assim, a produção de um filtro único para o equipamento de acordo com a invenção e que possa abranger toda a largura da cinta de transporte ou do canal de deslizamento para vidro velho.

No presente exemplo, o filtro de espelho 16 apresenta uma altura de aproximadamente 5 a 10 cm (medida à escala do desenho), em particular, de 7 cm. A largura (medida normal à escala do desenho) é de 50 a 150 cm, em particular, 100 cm.

O material utilizado no filtro de espelho 16 é uma chapa metálica com uma espessura de 1 a 2 mm. O revestimento é

constituído por óxidos e apresenta uma espessura de alguns micrómetros.

A luz infravermelha dos LED infravermelhos 14 é conduzida através de um vidro difusor 8 para tornar mais homogénea a luz dos LED infravermelhos 14 e é emitida a partir da caixa 1, em paralelo à luz UV. Em substituição do vidro difusor 8 também podem ser utilizados outros equipamentos para uma distribuição mais homogénea da luz, como, por exemplo, um canal de reflexão espelhado no interior, conforme apresentado em AT 10184 U1.

A caixa 1 é constituída por, no mínimo, um vidro de quartzo 9 na zona de passagem da luz UV, de acordo com a Fig. 1. O vidro de quartzo 9 pode abranger a transmissão de luz da segunda fonte de luz, os LED infravermelhos 14 e funcionar como canal de deslizamento para os objectos a analisar.

A distância entre a luz fluorescente a detectar e o grau de transmissão de luz a detectar também deveria, se possível, ser reduzida (numa situação ideal, ocultante), para que os dois detectores, o da luz fluorescente e o da luz de transmissão possam, se possível, reproduzir uma imagem equivalente do objecto em movimento. Neste exemplo, a distância entre os eixos centrais dos raios de luz da luz infravermelha ou da luz UV, quando estes são emitidos da caixa 1, é de aproximadamente 50 mm.

Quer a luz infravermelha dos LED infravermelhos 14 que transpõe os objectos 15, bem como a radiação fluorescente induzida eventualmente pela luz UV no intervalo azul visível alcançam a caixa 2 seguinte através de um vidro de protecção 13, conforme descrito na Fig. 1, onde está disposto, por um lado, um detector 11 para detecção da luz fluorescente, a ser apresentado de acordo com a descrição na Fig. 1 e que também na Fig. 2 pode ser apresentado enquanto uma assim denominada câmara TDI 11, e onde, por outro lado, também está disposto um detector 10 para detecção da luz de transmissão da segunda fonte de luz 14, os LED infravermelhos 14. Regra geral, o detector 10 é novamente uma câmara e, como tal, é sensível, pelo menos, no intervalo de comprimento de onda no qual é emitida luz da segunda fonte de luz 14. Portanto, no caso concreto, dentro do intervalo de comprimento de onda de 780 nm a 1 mm. É igualmente

possível utilizar uma câmara RGB, eventualmente com um filtro prévio.

Para evitar uma interferência na detecção da luz fluorescente por uma outra fonte de luz neste intervalo de comprimento de onda, a segunda fonte de luz deve apenas, e se possível, emitir luz fora deste intervalo de frequência. Para este exemplo de utilização foi separada uma luz afastada da luz fluorescente em matéria de comprimento de onda, nomeadamente luz infravermelha com um comprimento de onda de 860 nm.

Com vista diferenciar, em particular, vidro verde e vidro castanho de CPP, pode ser utilizada a luz visível proveniente dos LED no intervalo amarelo/laranja (aproximadamente 590 nm), a qual apresentou os melhores resultados.

Regra geral, para a detecção da luz de transmissão, conforme anteriormente descrito na Fig. 1, é suficiente quando o detector 10, ou seja, uma câmara, apresenta, pelo menos, uma imagem dos objectos 15 em sombreados cinzentos. Tal permite, por um lado, determinar a posição e a forma do objecto 15, necessárias para eventualmente eliminar o objecto 15 da corrente de material por meio de equipamentos de extracção instalados posteriormente. Por outro lado, permite também determinar a translucidez do objecto (pedaço de vidro) 15, sendo o mesmo identificado como transparente (pode ainda ser contendo chumbo ou não contendo chumbo) ou pouco ou nada transparente (então tratar-se-ia de uma substância contaminante). A substância contaminante é, consequentemente, eliminada da corrente de material através do equipamento de extracção. Este detector permite ainda definir as extremidades e as áreas interiores dos pedaços de vidro mediante reconhecimento da imagem, bem como considerar a intensidade da radiação fluorescente apenas destas partes para a avaliação do teor de chumbo.

A luz fluorescente e a luz infravermelha transmitida juntam-se num separador de feixe 12, que reflecte luz azul quase totalmente no intervalo de comprimento de onda de 400 a 500 nm, bem como deixa passar quase totalmente a luz infravermelha no intervalo de comprimento de onda de 860 nm. O raio de luz reflectido é conduzido para a câmara TDI 11 e o raio de luz transmitido é conduzido para a câmara RGB 10. Os dados

detectados são encaminhados para uma unidade de avaliação e controlo, a qual atribui cada pedaço de vidro às diferentes fracções

- Vidro com chumbo (eventualmente diferentes fracções com diferentes percentagens de chumbo),
- Substâncias contaminantes (cerâmica, pedra e porcelana «CPP»),
- Vidro normal, e
- eventualmente vitrocerâmica; esta controla ainda as unidades de extracção que colocam os pedaços de vidro nos respectivos contentores.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- 1 Caixa para fontes de luz
- 2 Caixa para detectores
- 3 Fonte de luz UV (lâmpada UV-C)
- 4 Segunda fonte de luz (lâmpada VIS)
- 5 Parede divisória
- 6 Filtro
- 7 Reflector
- 8 Vidro difusor
- 9 Vidro de quartzo
- 10 Detector para detecção da luz de transmissão (câmara RGB)
- 11 Detector para detecção da luz fluorescente (câmara TDI)
- 12 Separador de feixe
- 13 Vidro de protecção

14 Segunda fonte de luz

15 Objecto (pedaço de vidro ou substância contaminante)

16 Filtro de espelho

Lisboa, 2014-12-17

REIVINDICAÇÕES

1 - Processo para a detecção de pedaços de vidro contendo chumbo numa corrente de materiais de uma só camada de objectos consistindo predominantemente em vidro velho, sendo os objectos irradiados com luz UV essencialmente monocromática (3) e sendo detectada a luz fluorescente daí resultante, caracterizado pelo facto de

- os objectos serem ainda irradiados com luz visível ou infravermelha (4, 14) fora do intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente,

- a luz de transmissão da luz visível ou infravermelha (4, 14) ser detectada após a passagem pelo objecto,

- e um objecto ser considerado contendo chumbo se tanto a luz fluorescente em pelo menos um intervalo de comprimento de onda predeterminado correspondente à fluorescência de vidros contendo chumbo está presente num intervalo de intensidade predeterminado, como luz de transmissão num intervalo de intensidade predeterminado com uma intensidade superior a zero.

2 - Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto da luz UV (3) apresentar um comprimento de onda no intervalo entre 100 a 300 nm, em particular entre 250 e 275 nm, e a luz fluorescente ser detectada no intervalo de comprimento de onda de 380 a 500 nm.

3 - Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo facto da luz UV (3) apresentar um comprimento de onda de aproximadamente 270 nm, e a luz fluorescente ser detectada no intervalo de comprimento de onda de 380 a 450 nm.

4 - Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo facto da luz UV (3) apresentar um comprimento de onda de aproximadamente 254 nm, e a luz fluorescente ser detectada no intervalo de comprimento de onda de 420 a 500 nm.

5 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo facto da luz fluorescente ser medida pelo método de retroiluminação.

6 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por ser feita outra subdivisão dos pedaços de vidro contendo chumbo em função do teor de chumbo tendo por base a intensidade da luz fluorescente no intervalo de intensidade predeterminada para pedaços de vidro contendo chumbo.

7 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo facto de para cada objecto analisado ser determinada uma área parcial, tal como a área circundante ou a área interior, tendo em consideração a radiação com luz visível ou infravermelha (4, 14), e apenas ser considerada a intensidade da luz fluorescente da área parcial para fins de definição do teor de chumbo.

8 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo facto de um objecto ser definido como substância contaminante pouco transparente ou não transparente quando a sua luz de transmitida se encontra num intervalo de intensidade inferior ao intervalo de intensidade para os pedaços de vidro contendo chumbo.

9 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo facto de um objecto definido como contendo chumbo e/ou como substância contaminante ser retirado da corrente de material.

10 - Processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo facto da luz proveniente da fonte de luz UV (3) ser redireccionada e filtrada por, pelo menos, um filtro de espelho (16).

11 - Equipamento para realização de um processo de acordo com uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado por incluir, pelo menos:

- uma fonte de luz UV essencialmente monocromática (3), com a qual é possível irradiar uma corrente de material com uma só camada de objectos, predominantemente de vidro velho,

- um primeiro detector (11) para detecção da luz fluorescente gerada pela fonte de luz UV (3) no objecto,

- uma segunda fonte de luz (4, 14), que pode emitir luz num intervalo visível ou luz infravermelha fora do intervalo de comprimento de onda da luz fluorescente,

- um segundo detector (10) para detecção da luz de transmissão da luz visível ou luz infravermelha após a passagem pelo objecto,

- um equipamento (9) para produção de uma corrente de material com uma só camada de vidro velho, o qual permite passar a corrente de material pela fonte de luz UV (3) e pela segunda fonte de luz (4, 14), e

- um equipamento para separação de pedaços de vidro contendo chumbo, o qual separa um objecto quando existe luz fluorescente em, pelo menos, um intervalo de comprimento de onda predeterminado, correspondente à fluorescência de vidros contendo chumbo num intervalo de intensidade predeterminado, bem como luz de transmissão num intervalo de intensidade predeterminado com uma intensidade superior a zero.

12 - Equipamento de acordo com a revindicação 11, caracterizado pelo facto de uma fonte de luz UV (3) poder emitir com um comprimento de onda no intervalo de 100 a 300 nm, em particular, entre 250 e 275 nm, e o primeiro detector (11) poder detectar a luz fluorescente apenas no intervalo de comprimento de onda de 380 a 500 nm.

13 - Equipamento de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo facto da luz UV apresentar um comprimento de onda de aproximadamente 270 nm, e pelo facto da luz fluorescente ser detectada no intervalo de comprimento de onda de 380 a 450 nm.

14 - Equipamento de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo facto da luz UV apresentar um comprimento de onda de aproximadamente 254 nm, e pelo facto da luz fluorescente ser detectada no intervalo de comprimento de onda de 420 a 500 nm.

15 - Equipamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 14, caracterizado pelo facto da fonte de luz UV (3) e o primeiro detector (11) estarem localizados em lados diferentes da corrente de material.

16 - Equipamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 15, caracterizado pelo facto da fonte de luz UV (3) e a segunda fonte de luz (4, 14) estarem localizadas na mesma caixa.

17 - Equipamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 16, caracterizado pelo facto de o primeiro (11) e o segundo (10) detectores estarem localizados na mesma caixa.

18 - Equipamento de acordo com uma das reivindicações 11 a 17, caracterizado pelo facto da fonte de luz UV (3) se encontrar instalada numa caixa com, pelo menos, um filtro de espelho (16) permitindo assim que a luz proveniente da fonte de luz UV (3) seja reconduzida e filtrada através de, pelo menos, um filtro de espelho (16), em particular de 180°, através de dois filtros de espelho (16) dispostos normais entre si.

Lisboa, 2014-12-17

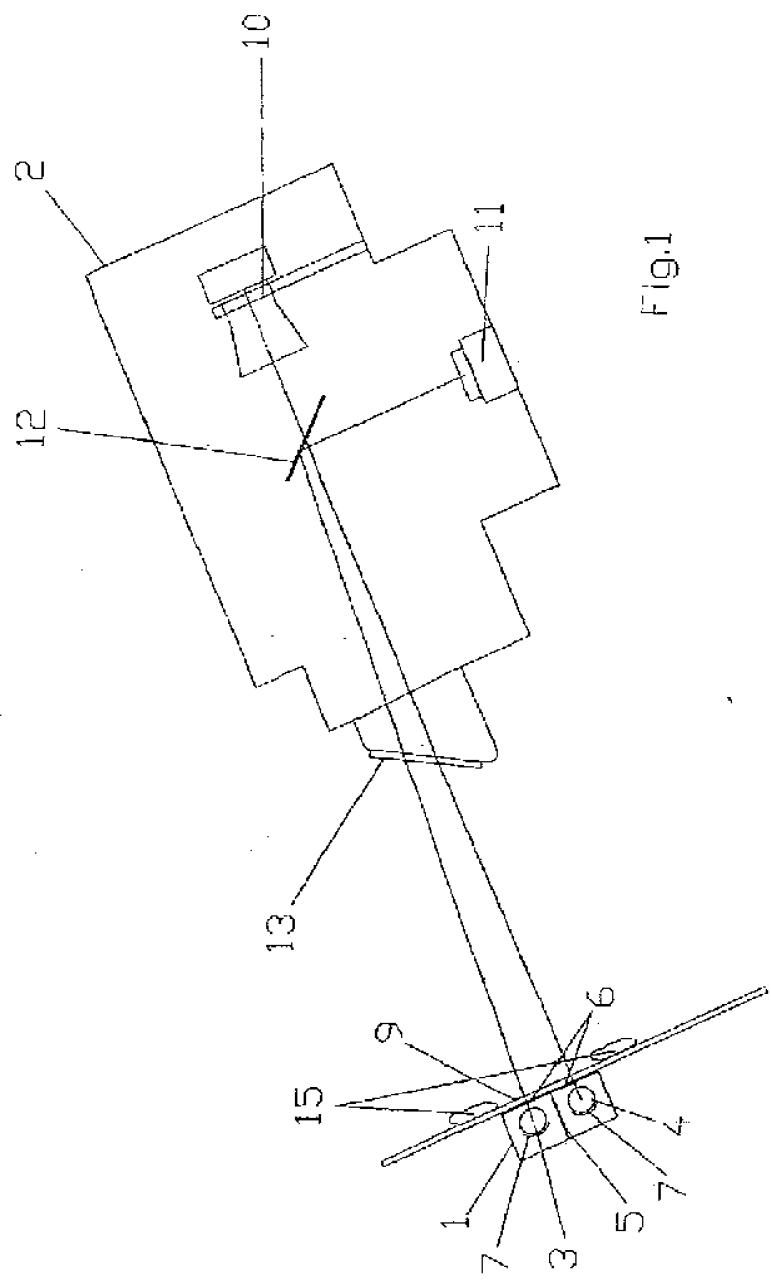


Fig.1

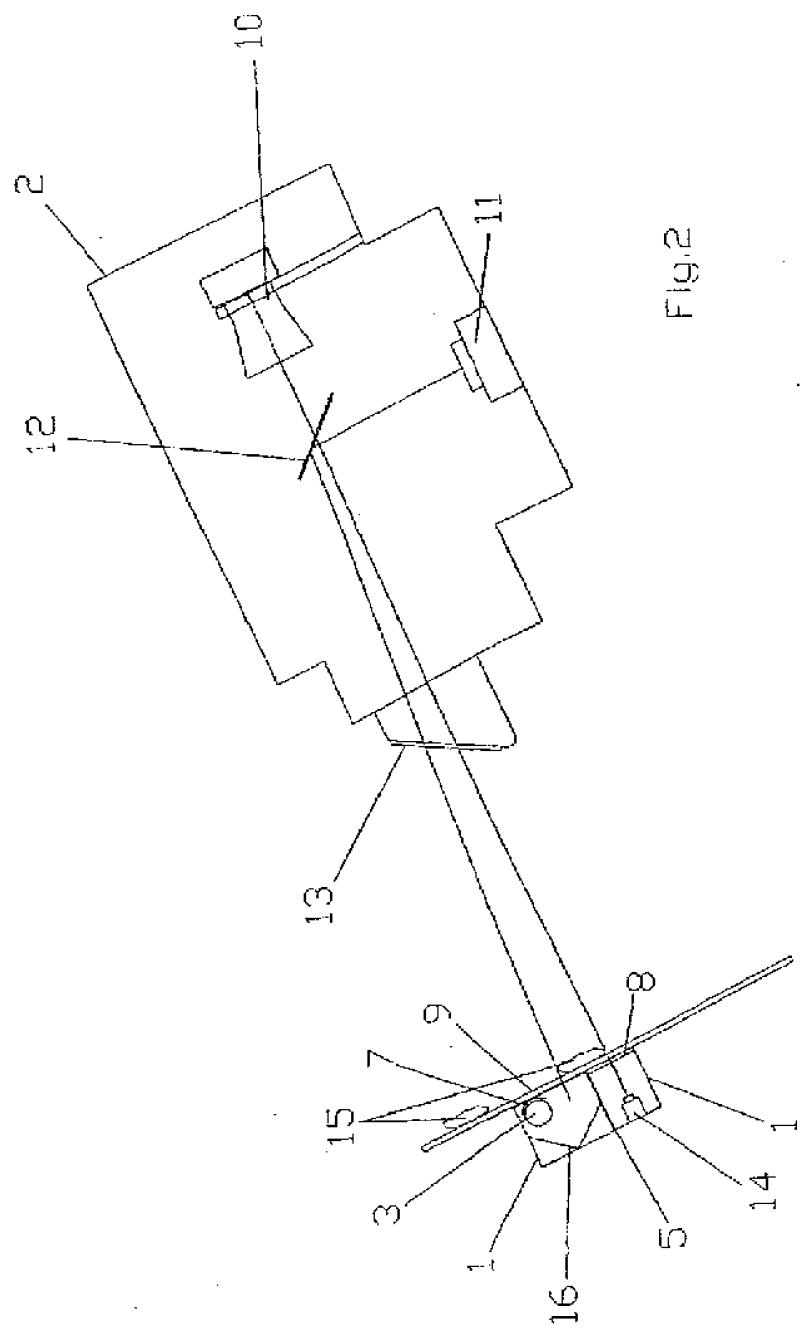


Fig.2