



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 108**

51 Int. Cl.:

B07C 5/34 (2006.01)

B07C 5/36 (2006.01)

G01N 21/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06118548 .4**

96 Fecha de presentación : **07.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1752228**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.02.2007**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo para la detección y la clasificación de vidrio.**

30

Prioridad: **08.08.2005 AT GM539/2005**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.04.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.04.2011

73

Titular/es: **BINDER & Co. AKTIENGESELLSCHAFT**
Postfach 294
8200 Gleisdorf, AT

72

Inventor/es: **Pansinger, Christian y**
Huber, Reinhold

74

Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 357 108 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

5 La invención se refiere a un procedimiento para la detección y la clasificación de vidrio dentro de un flujo de material de vidrio de desecho, preferentemente vidrio roto, incidiendo los rayos luminosos, emitidos por una fuente de radiación UV, sobre el flujo de material de vidrio de desecho, determinándose las propiedades ópticas del flujo de material de vidrio de desecho mediante una unidad de detección, y procesándose éstas en una unidad de evaluación y control con conexión para la transmisión de datos y activando la unidad de evaluación y control, en dependencia de ello, un dispositivo de extracción, por ejemplo toberas de soplado, que está situado a favor de la corriente de la unidad de detección y separa los materiales no deseados del flujo de material de vidrio de desecho, que son arrastrados en éste, y los desvía hacia un lugar predeterminado, tratándose en el caso de los materiales no deseados, que se van a detectar, de vidrio especial, en particular cerámica de vidrio, vidrio de cuarzo, vidrio de plomo y vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato, según el preámbulo de la reivindicación 1, y se refiere asimismo a un dispositivo para la ejecución de este procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 10.

15 El reciclado de vidrio de desecho y vidrio roto con un procedimiento organizado de recogida y selección se practica eficazmente desde hace tiempo y ha permitido una reducción evidente del consumo energético en la producción industrial de utensilios de vidrio. La dificultad conocida de que durante la recogida del vidrio de desecho por parte de los consumidores no se realiza una separación exacta del material según el color del vidrio y los materiales extraños, como la cerámica, la piedra y la porcelana, se ha podido superar entretanto de manera fiable mediante procedimientos automatizados de selección de material con dispositivos de clasificación controlados por vía optoelectrónica.

20 A fin de realizar la clasificación según el color y la identificación de materiales extraños se usan mayormente métodos de medición sin contacto con sensores infrarrojos o sensores RGB que por medio del grado registrado de transmisión o absorción de la luz, dirigida hacia el flujo de material de vidrio de desecho, provocan una separación de los materiales extraños, no deseados, del flujo de material de vidrio de desecho o una desviación de vidrios de color hacia fracciones previstas para esto mediante toberas de soplado o aspiración conectadas a continuación.

25 Sin embargo, un problema que ha tenido hasta el momento sólo una importancia irrelevante en el reciclado del vidrio, pero que últimamente gana cada vez más fuerza, es la identificación de vidrio especial en el flujo de material de vidrio de desecho. Como vidrios especiales se identifican los tipos de vidrios creados expresamente para aplicaciones especiales que en comparación con el vidrio normal (vidrio a base de sodio y cal) presentan propiedades químicas y físicas muy diferentes, en especial un punto de fusión esencialmente superior, así como mejores propiedades térmicas. Entre estos se encuentran, por ejemplo, la cerámica de vidrio, el vidrio de cuarzo, el vidrio de plomo, así como los vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato.

30 Tanto la industria como el sector doméstico demandan un vidrio resistente al calor que presente mejores propiedades térmicas, así como sea resistente a los choques de calor. Mientras que el vidrio normal ya experimenta reacciones químicas a 1400°C aproximadamente y se funde a 1500°C aproximadamente, algunos vidrios especiales mantienen casi las mismas estructuras químicas en estas zonas de temperatura y contrarrestan la fusión. La cerámica de vidrio y el vidrio puro de cuarzo presentan incluso un punto de fusión de 1800 a 2000°C aproximadamente. En especial los vidrios técnicos, como los vidrios de borosilicato que se usan en la electrotécnica y la electrónica, así como en aplicaciones ópticas, resultan muy resistentes al calor, a la dilatación y a los choques de calor.

40 El proceso primario de fabricación de vidrio especial es igual al del vidrio normal, pero a la masa fundida de vidrio se añade un cierto porcentaje de óxidos especiales según el campo de aplicación. Un vidrio de borosilicato puede contener aproximadamente 7-13% de B_2O_3 y 2-7% de Al_2O_3 como aditivos. Según sus propiedades deseadas, durante la fabricación de vidrio se añaden óxidos básicos (por ejemplo, óxido de sodio, magnesio, calcio, bario o zinc) u óxidos ácidos (por ejemplo, óxido de boro, óxido de aluminio o pentaóxido de difósforo), usándose como colorantes metales, por ejemplo, cobre, cromo, hierro y manganeso. Los vidrios de borosilicato son resistentes a las sustancias químicas, al calor y a los choques de temperatura y, por tanto, se usan en la industria química, en laboratorios, como ampollas y frascos en la industria farmacéutica, pero también en el sector doméstico, por ejemplo, como vajilla de cocción y como soporte de bombilla.

45 La producción de cerámica de vidrio se diferencia de la fabricación convencional de vidrio por un paso adicional de procedimiento que se realiza posteriormente. Como en la producción normal de vidrio no tiene lugar una cristalización del vidrio, a la masa fundida de vidrio se adicionan con este fin materiales formadores de gérmenes, por ejemplo, TiO_2 o ZrO_2 , para obtener una cristalización de la estructura al volverse a calentar un cuerpo moldeado de vidrio. Por consiguiente, en la cerámica de vidrio existen propiedades de material similares al de la cerámica. Como el coeficiente de dilatación térmica de la cerámica de vidrio es igual a cero o incluso negativo, este material es adecuado para tipos de sollicitación con cambios rápidos y altos de temperatura y tiene un uso general, por ejemplo, en forma de placas de cocción de cerámica en el sector doméstico.

55 Los vidrios de plomo representan otro problema. Estos son muy apreciados por su fuerte refracción de la luz y por la buena capacidad de mecanización de su superficie, pero por razones ambientales y sanitarias se tienen que volver a procesar necesariamente en fábricas especiales de vidrio, en las que se vuelven a fundir en condiciones

controladas.

Precisamente las propiedades señaladas de resistencia del vidrio especial son altamente valoradas en el respectivo campo de aplicación, pero en el proceso de reciclado del vidrio originan dificultades considerables, ya que impiden una fusión homogénea mediante el crisol de vidrio normal y de este modo provocan fallos de producción y defectos en el producto.

A fin de posibilitar una clasificación online económica de vidrio especial se han realizado hasta el momento algunos experimentos que usan procedimientos conocidos que separan las fracciones del material recogido de vidrio roto y se basan esencialmente en sistemas optoelectrónicos que separan estas fracciones mediante la identificación del color en el intervalo de luz visible. Esto se lleva a cabo al irradiarse la pieza, que se va a clasificar, del flujo mezclado de material de vidrio de desecho mediante fuentes de radiación sobre una cinta de clasificación o durante un recorrido en caída libre, así como al captarse la intensidad de la radiación, que pasa a través del flujo de material de vidrio de desecho o es reflejada por éste, mediante una unidad de detección y compararse con valores de referencia. Una unidad de evaluación y control, que tiene conexión para la transmisión de datos con la unidad de detección, asigna a continuación la pieza a una respectiva fracción y provoca un registro de ésta mediante sensores o una desviación hacia contenedores predeterminados mediante toberas de aire comprimido o aspiración.

Existen procedimientos elementales, en los que el vidrio especial se detecta en el intervalo de longitudes de onda de la luz visible mediante clasificadores de color, en la mayoría de los casos sensores RGB, intentándose una identificación por medio de valores umbrales que están en correspondencia con colores, conocidos previamente, de vidrios especiales. Como los vidrios especiales presentan mayormente tonos especiales, por ejemplo, violeta o miel, con este método de detección se puede identificar una parte de las piezas de vidrio especial, pero no garantiza aún una detección fiable de vidrio especial. Como para la coloración de vidrio especial no existen directivas uniformes, se fabrican también vidrios especiales con colores convencionales discretos, por ejemplo, el blanco y el marrón y, por consiguiente, no se pueden identificar. La diferenciación especialmente de vidrios de tono marrón no se puede garantizar con fiabilidad, registrándose así una gran pérdida de vidrio debido a una clasificación errónea. Una exactitud correspondiente de separación se puede generar aquí sólo de manera condicionada, ya que la detección mediante una comparación de valores de intensidad de color en el intervalo visible y de infrarrojos depende, entre otros, del espesor y de la forma del vidrio.

Otros procedimientos conocidos para la clasificación de vidrio especial funcionan con sensores de rayos X, excitándose determinados componentes químicos (por ejemplo, óxido de aluminio) en el vidrio especial con una fuente de rayos X. Como reacción, las partículas elementales o los electrones excitados desprenden energía en forma de luz, cuya intensidad se mide finalmente y se evalúa para la detección. El mercado industrial acepta, sin embargo, con reserva el procedimiento con sensor de rayos X, ya que el uso de rayos X implica siempre un cierto riesgo para la salud de las personas próximas a la instalación debido a la radiación de ondas extremadamente cortas. Además, las instalaciones, que funcionan según este procedimiento, presentan una construcción de dimensiones relativamente grandes y, por tanto, resultan costosas. En este caso tampoco se garantiza una identificación completa de vidrio especial, en particular de algunos vidrios de borosilicato.

El documento DE 4339822 C1 da a conocer un procedimiento, así como un dispositivo, para la clasificación de materiales inorgánicos y no metálicos. Para determinar el contenido de materiales con contenido de vidrio, por ejemplo, vidrios de Ba/Sr/Pb, se lleva a cabo un análisis óptico mediante espectros de reflexión en el intervalo próximo de rayos UV. En este caso se usan diferentes bandas de excitación UV de entre 300 y 600 nm que sirven respectivamente como medida de la absorción provocada por el BaO, SrO y PbO y permiten obtener información sobre la concentración de estos aditivos en el vidrio roto. El procedimiento de análisis según el documento DE 4339822 C1 requiere una orientación de los pedazos de vidrio sobre el dispositivo transportador, de modo que estos queden dirigidos con su superficie de rotura hacia el sistema óptico.

Otro procedimiento conocido para la clasificación de vidrio especial funciona sobre la base de la propiedad de la fluorescencia del vidrio especial. En este caso, el vidrio se irradia con luz ultravioleta de una longitud determinada de onda, a partir de lo que comienza a fluorescer en un intervalo espectral estrecho visible, ya que la luz irradiada es absorbida parcialmente por las impurezas existentes en el vidrio oxidico y se convierte en radiación fluorescente. Por medio del color fluorescente se pueden obtener informaciones sobre el tipo de vidrio especial. Un procedimiento de este tipo se conoce, por ejemplo, del documento DE 4339822 C1. Sin embargo, la desventaja en este caso radica en que la irradiación del flujo de material de vidrio de desecho se realiza con luz ultravioleta y depende del tipo de vidrio especial que se va a clasificar. Con otras palabras, esto significa que antes de la clasificación ya se ha de conocer el vidrio especial que se encuentra en el flujo de material de vidrio de desecho para poder llevar a cabo la irradiación mediante luz ultravioleta con longitud de onda correcta.

Otra desventaja radica también en el hecho de que el efecto de fluorescencia descrito es típico de las impurezas existentes en el vidrio especial y no de los tipos de vidrio en sí. Así, por ejemplo, las impurezas no deseadas o las microinclusiones de material del horno o del crisol ya se presentan durante la producción de vidrios, lo que dificulta la valoración del comportamiento de fluorescencia. Asimismo, resulta difícil que los tipos de vidrio especial

completamente diferentes puedan presentar un espectro comparable de fluorescencia y que los tipos iguales de vidrio especial presenten espectros diferentes de fluorescencia. Otra desventaja de este procedimiento radica en que debido a la pequeña concentración de impurezas se ha de usar una fuente de luz muy fuerte para su excitación. Esto condiciona un alto consumo energético y hace necesario prever por el lado del detector un filtro de perfil para la protección de la unidad de detección.

Por tanto, la presente invención tiene el objetivo de evitar estas desventajas y crear un procedimiento para la detección y clasificación de vidrio especial que garantice una identificación fiable y económica de vidrios especiales, como la cerámica de vidrio, el vidrio de plomo y los vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato. La detección y la separación de estos vidrios especiales del flujo de material de vidrio de desecho se deben realizar independientemente del color propio y del espesor de capa de los elementos de vidrio arrastrados en el flujo de material de vidrio de desecho y deben evitar además peligros, relativos a la técnica de seguridad o a la salud, para las personas que trabajan en el entorno de la instalación de clasificación.

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. En un procedimiento de este tipo, dentro de un flujo de material de vidrio de desecho, preferentemente de vidrio roto o vidrio de desecho, los rayos luminosos emitidos por una fuente de radiación UV inciden sobre el flujo de material de vidrio de desecho, determinándose las propiedades ópticas del flujo de material de vidrio de desecho mediante una unidad de detección y procesándose su propiedad en una unidad de evaluación y control con conexión para la transmisión de datos. En dependencia de esta evaluación, la unidad de evaluación y control activa un dispositivo de extracción, por ejemplo, toberas de soplado, que está situado a favor de la corriente de la unidad de detección y separa los materiales no deseados del flujo de material de vidrio de desecho que son arrastrados en éste y los desvía hacia un lugar predeterminado, tratándose en el caso de los materiales no deseados, que se van a detectar, de vidrio especial, en particular, cerámica de vidrio, vidrio de cuarzo, vidrio de plomo y vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato.

Según la invención está previsto que los rayos luminosos emitidos incidan a través del flujo de material de vidrio de desecho sobre la unidad de detección y que el vidrio especial se detecte mediante una comparación de los valores de transmisión UV del flujo de material de vidrio de desecho con los valores de transmisión UV obtenidos previamente en el laboratorio a partir de ensayos normalizados de material, usándose para la comparación de los valores de transmisión UV el intervalo de longitud de onda, en el que se produce la absorción de la luz emitida. Durante la comparación se procesan los perfiles de absorción UV (frecuencias "cutoff") determinados a partir del flujo de material de vidrio de desecho registrado actualmente por la unidad de detección y se comparan con valores de referencia, entendiéndose en este sentido por perfiles de absorción UV el intervalo de los valores de transmisión en el que, con una longitud de onda decreciente, ya no se produce una transmisión creciente.

Se ha comprobado sorprendentemente que los vidrios especiales, como la cerámica de vidrio, el vidrio de plomo o los vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato, presentan una absorción o transmisión clara, específica del material, de la luz ultravioleta incidente debido a su composición y cantidad características de aditivos, lo que permite realizar una detección y clasificación fiables de estos vidrios especiales.

Según las características de la reivindicación 2 está previsto que la luz emitida por la fuente de radiación cubra todo el intervalo de longitud de onda UV. De este modo resulta innecesario conocer antes de la clasificación el tipo de vidrio especial que se encuentra en el flujo de material de vidrio de desecho y se debe clasificar.

En una variante preferida de realización de la invención según las características de la reivindicación 3, la comparación de los valores de transmisión UV del flujo de material de vidrio de desecho, detectados por la unidad de detección, no se realiza en todo el intervalo de longitud de onda del espectro UV, sino sólo en los intervalos seleccionados de longitud de onda. Estos intervalos seleccionados de longitud de onda se obtienen aquí a partir de los valores de transmisión determinados en piezas de muestra antes de la clasificación.

Si la evaluación de los valores de transmisión UV se realiza según las características de la reivindicación 4 en todo el intervalo de longitud de onda del espectro UV, se puede realizar asimismo una clasificación con una exactitud fiable, pero este método de evaluación genera un volumen elevado de datos que se debe procesar.

Según las características de la reivindicación 5, para el registro de los valores de transmisión UV están previstos varios puntos de medición repartidos en todo el espectro UV o en una selección de varios intervalos definidos de longitud de onda, estando dispuestos siempre los puntos de medición a distancias regulares entre sí. Así, por ejemplo, pueden estar previstos puntos de medición a una distancia de 30 nm. Mediante una repartición de los puntos de medición, específica de la aplicación, se puede garantizar un registro completo de todos los materiales o vidrios especiales que se puedan presentar.

Con preferencia se determina la longitud de onda, en la que se realiza una absorción completa de la luz emitida por la fuente de radiación UV (frecuencia "cutoff UV"), o el intervalo de longitud de onda de una absorción casi

completa para poder obtener información sobre la calidad del material o la existencia de un vidrio especial. En este sentido, según las características de la reivindicación 6 se usa durante la comparación de los valores de transmisión UV con los valores de transmisión UV, obtenidos previamente en el laboratorio a partir de ensayos normalizados de material, el intervalo del perfil de absorción UV, en el que la permeabilidad de la pieza del flujo de material de vidrio de desecho es de 0 a 50%. Las longitudes de onda, en las que la permeabilidad de la pieza del flujo de material de vidrio de desecho se puede aproximar a cero, tienen naturalmente un gran significado para el procedimiento según la invención.

La clasificación del flujo de material de vidrio de desecho se realiza aquí por medio de una comparación de las frecuencias "cutoff UV", determinadas actualmente, con frecuencias "cutoff UV" específicas del material que se han determinado antes en ensayos de laboratorio y almacenado en la unidad de evaluación y control (véase también la representación de la frecuencia "cutoff UV" en la figura 5). Las piezas de vidrio especial arrastradas en el flujo de material de vidrio de desecho se pueden identificar claramente por medio de este valor característico y en dependencia de su tonalidad y espesor de capa.

Según las características de la reivindicación 7, para la comparación de la permeabilidad específica del material o de los valores de transmisión UV se determina la tangente de los perfiles de absorción UV y su gradiente se compara con gradientes almacenados de referencia. Por medio de una pluralidad de puntos de medición se elabora una curva característica de transmisión o absorción a lo largo de una escala de longitudes de onda y su característica se compara con la característica de las curvas características almacenadas de referencia. De los algoritmos de evaluación configurados individualmente y del respectivo campo de aplicación del procedimiento dependen las características de la curva característica de transmisión que se van a usar para una clasificación clara del flujo de material de vidrio de desecho. Así, por ejemplo, se puede determinar el gradiente de cualquier tangente situada en los perfiles de absorción UV y compararse con gradientes almacenados de referencia.

Según las características de la reivindicación 8, para la generación de un valor característico específico del material se propone situar una tangente en el perfil de absorción UV de la curva característica, cuyo punto de intersección con la abscisa del diagrama, o sea, la escala de longitudes de onda, se ha de calcular y usar para la comparación de la permeabilidad a la luz UV.

Según las características de la reivindicación 9 está previsto que el flujo de material de vidrio de desecho se irradie adicionalmente con luz visible y que el vidrio especial se detecte mediante una comparación de los valores de transmisión, detectados por la unidad de detección, de la luz visible del flujo de material de vidrio de desecho con valores de transmisión de la luz visible obtenidos previamente a partir de ensayos normalizados de material. Como ya se ha comprobado sorprendentemente, algunos de los vidrios especiales presentan también un comportamiento característico de absorción o transmisión en el intervalo visible de la luz, que se puede usar de este modo asimismo para la clasificación.

La reivindicación 10 se refiere a un dispositivo que funciona con un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9.

En el caso de este dispositivo se puede desear en algunas circunstancias que los tipos de vidrio especial detectados en el flujo de material de vidrio de desecho se separen en varios grupos, para los que están previstos respectivamente lugares propios de almacenamiento. Por tanto, existe la posibilidad de que el dispositivo de extracción activado por la unidad de evaluación y control desvíe y clasifique los vidrios especiales detectados en varias fracciones. Una clasificación, según la invención, de vidrio especial se puede usar naturalmente también en relación con la clasificación de flujos de material como la basura en general, plásticos o KSP (cerámica, piedra y porcelana) según los procedimientos de clasificación ya conocidos.

La invención se explica detalladamente por medio de un ejemplo de realización. Muestran:

la figura 1, una representación esquemática de una instalación en correspondencia con un procedimiento según la invención,

la figura 2, una representación esquemática de la construcción de un espectrógrafo,

la figura 3, una representación de curvas características de transmisión de tres muestras de material en el intervalo UV/Vis,

la figura 4, una representación de curvas características de transmisión de una pluralidad de muestras de material en el intervalo UV, y

la figura 5, una representación detallada de la frecuencia "cutoff UV" de las curvas características de transmisión.

En la figura 1 está representada una instalación con un clasificador 1 de deslizamiento en correspondencia con un procedimiento, según la invención, para la detección de vidrio especial que comprende un canal 3 de

5 alimentación, una rampa deslizante 4 de material, una fuente 7 de radiación UV según la invención, una unidad 8 de
 10 detección con una unidad 10 de evaluación y control y toberas 11 de soplado controlables mediante un control 16 de
 15 válvula, así como al menos dos contenedores 12 y 13. Un flujo 6 de material de vidrio de desecho, compuesto
 mayormente de vidrio roto, se guía de forma automatizada desde el canal 3 de alimentación, por la rampa deslizante 4
 de material, en dirección 15 de movimiento hasta la zona de registro de la unidad 8 de detección. A modo de ejemplo
 está representada una sola pieza 2 de vidrio roto que se encuentra precisamente en esta zona de registro. En
 dependencia de la clasificación realizada por la unidad 10 de evaluación y control descrita en detalle más adelante, la
 pieza 2 de vidrio roto llega en un recorrido en caída libre, siguiendo su vía natural de caída, al contenedor 12 de la
 fracción buena o se desvía mediante las toberas 11 de soplado durante la caída libre y llega al contenedor 13 de la
 fracción mala. Para guiar con mayor exactitud el flujo de material de vidrio de desecho a los contenedores 12, 13 están
 previstas chapas 9 de desviación. En vez de soplar de forma específica la pieza 2 de vidrio roto en caída libre puede
 estar previsto alternativamente también un soplado de la pieza 2 de vidrio roto durante su transporte sobre una cinta
 articulada. En el caso de la cinta articulada se trata de una cinta transportadora con orificios correspondientes que
 posibilitan un soplado y una separación adecuados de la pieza 2 de vidrio roto mediante las toberas 11 de soplado. La
 pieza 2 de vidrio roto se puede soplar en un ángulo cualquiera respecto a ésta o a la cinta transportadora.

20 La separación de las piezas de vidrio especial, arrastradas en el flujo 6 de material de vidrio de desecho, tiene
 lugar como resultado de una comparación, según la invención, de los valores registrados de transmisión UV con valores
 almacenados de referencia, activando la unidad 10 de evaluación y control conectada a la unidad 8 de detección una o
 varias toberas 11 de soplado dispuestas a favor de la corriente de la unidad 8 de detección. En vez de las toberas 11 de
 soplado se puede usar otro dispositivo equivalente 11 de extracción, por ejemplo, un dispositivo de aspiración que
 permite separar los materiales no deseados del flujo 6 de material de vidrio de desecho.

25 En una forma preferida de realización, las toberas 11 de soplado u otros dispositivos 11 de extracción están
 dispuestos a favor de la corriente de la unidad 8 de detección en varios grupos controlables por separado para desviar el
 vidrio especial del flujo 6 de material de vidrio de desecho hacia varios contenedores predeterminados y clasificar, por
 tanto, el flujo 6 de material de vidrio de desecho en varias fracciones del mismo tipo. En este caso, el sistema puede
 presentar contenedores con tres o más fracciones de material.

30 La representación de la instalación según la figura 1 se ha seleccionado sólo a modo de ejemplo y su
 configuración real puede variar de múltiples formas, en especial la disposición de las toberas 11 de soplado y de los
 contenedores 12 y 13. Además, los medios transportadores para el transporte del flujo 6 de material de vidrio de
 desecho pueden estar realizados también en forma de un transportador horizontal de cinta con cintas articuladas o de
 otro modo, en vez de en forma de la rampa deslizante 4 de material.

35 Para la aplicación práctica del procedimiento de medición se usa como unidad 8 de detección
 preferentemente un sistema espectrométrico de resolución local con un espectrógrafo UV 18 reproductor de imagen.
 Este sistema espectrométrico, identificado como "spectral imaging", está compuesto esencialmente según la figura 2 de
 un objetivo 17, un espectrógrafo UV 18 reproductor de imagen y un detector matriz 19 (por ejemplo, una cámara CCD).
 Al usarse espectrómetros convencionales sin resolución local, el cabezal de medición se debe desplazar sobre el objeto
 o el objeto se debe mover por debajo del cabezal de medición en distintas direcciones para obtener información
 espectral diferenciada localmente. A diferencia de esto, en el caso de los sistemas espectrométricos de resolución local
 se trata de aparatos de medición que permiten captar simultáneamente la información espectral y local de la superficie
 de un objeto.

40 La zona de registro del espectrógrafo 18 tiene preferentemente forma de líneas o franjas. Esto se obtiene de
 manera conocida mediante la disposición adecuada de objetivos 17 que reproducen la radiación emitida por el flujo 6 de
 material de vidrio de desecho sobre la ranura 5 de entrada del espectrógrafo 18. La longitud de la franja reproducida
 puede variar aquí de pocos milímetros a varios metros al usarse los objetivos de microscopio comercializados o los
 objetivos convencionales de cámara. La resolución local varía convenientemente de micrómetros al medirse en el
 intervalo de milímetros a varios milímetros al medirse en el intervalo de metros. La imagen espectral se capta
 típicamente con una cámara CCD monocroma como detector matriz 19. En una primera dimensión se reproduce aquí la
 información local definida a través de la ranura 5 de entrada, o sea, la información de posición dentro de una franja
 determinada, y en una segunda dimensión, el intervalo de longitud de onda que se va a analizar. Por tanto, las
 intensidades o permeabilidades, dependientes localmente, para longitudes de onda diferentes se pueden representar
 como imagen tridimensional. Cada píxel corresponde a un lugar determinado sobre la franja reproducida de una pieza
 analizada 2 y a una intensidad o permeabilidad en una longitud de onda determinada. Normalmente el eje espacial se
 sitúa en dirección x y el eje espectral, en dirección y del detector matriz 19. La resolución local se determina entonces
 mediante la cantidad de píxeles en dirección x, mientras que la cantidad de las bandas de longitud de onda se determina
 mediante la cantidad de píxeles en dirección y. Además, sigue existiendo la necesidad de mover el objeto de medición
 relativamente respecto a la zona de registro en forma de franja para captar una superficie.

55 Mediante el detector matriz 19, por lo general una cámara CCD, se puede registrar todo el intervalo de
 longitud de onda UV o sólo un intervalo seleccionado de éste.

En caso de que la detección de material no se limite sólo al vidrio especial, sino que en el sistema estén previstas otras fracciones de clasificación, por ejemplo, para porcelana o plástico, puede ser necesario usar otros espectrógrafos, además del espectrógrafo UV 18, para cubrir asimismo el intervalo de longitud de onda de luz visible y luz infrarroja. La existencia de cerámica, porcelana y piedra en el flujo 6 de material de vidrio de desecho se puede detectar naturalmente también mediante la medición, propuesta según la invención, en el intervalo UV, ya que estos materiales presentan por naturaleza 0% de permeabilidad a la luz o una línea básica horizontal 23 ó 26.

La conversión de datos analógicos en digitales se puede llevar a cabo por medio de tarjetas convencionales frame-grabber de PC con digitalización de 8 bits, resultando ventajoso en el caso de trabajos de clasificación más exigentes el uso de resoluciones de 12 a 16 bits. Como alternativa al respecto, la señal de medición analógica se puede convertir también en una señal digital, pudiéndose prescindir a veces también de tarjetas frame-grabber de PC.

Según la invención está previsto comparar los valores de transmisión UV, determinados preferentemente mediante "spectral imaging", del flujo 6 de material de vidrio de desecho con los valores de transmisión UV obtenidos previamente a partir de ensayos normalizados de material. A tal efecto, se pueden usar tanto valores singulares de transmisión en correspondencia con distintos puntos de medición de longitudes de onda como generar curvas características correspondientes de transmisión, específicas del material, en todo el intervalo UV o en una parte del intervalo UV, comparándose los intervalos seleccionados de estas curvas características, en especial los llamados perfiles de absorción UV.

Como perfil de absorción se identifica en la espectroscopia el desarrollo de una curva característica de transmisión en aquel intervalo de longitud de onda, en el que la luz irradiada sobre el material se absorbe de manera creciente y finalmente por completo, o sea, aquel intervalo de la curva característica de transmisión en el que, con una longitud de onda decreciente, no se produce una transmisión creciente o una absorción decreciente. En dependencia de la composición del material o en el caso de aplicación de vidrio según los aditivos químicos añadidos, la curva característica de transmisión presenta un perfil de absorción más o menos inclinado, descendiendo el perfil de absorción específico del material en zonas diferentes de la escala de longitud de onda hacia el intervalo de la impermeabilidad total. Las curvas características de transmisión de este tipo están representadas en las figuras 3 y 4, debiéndose considerar, por ejemplo, el perfil de absorción de la curva característica de la muestra 25 como la sección, en la que la permeabilidad desciende de forma significativa y rápida aproximadamente a cero a partir del intervalo identificado con la flecha 30.

La figura 3 muestra las curvas características 24, 25, 26 de transmisión de tres tipos diferentes de vidrio, tratándose en el caso de una de estas muestras de cerámica de vidrio no transparente, por consiguiente, con una curva característica horizontal 26 que discurre en paralelo a la abscisa. Como muestra el desarrollo de estas curvas características de transmisión, su significado resulta más bien pequeño en un intervalo de longitud de onda por fuera del intervalo UV (a partir de 380 nm aproximadamente). La evaluación de la calidad del material por medio de la permeabilidad en el intervalo de la luz visible resulta apenas adecuada para la detección de vidrio especial.

Por el contrario, las curvas características de transmisión, determinadas en una medición de ensayo, de una pluralidad de muestras de vidrio en el intervalo UV < 380 nm según la figura 4 permiten una clasificación muy clara según los tipos de vidrio. Es importante señalar que esta clasificación, resaltada en la representación mediante círculos 20, 21, 22, es completamente independiente del color propio y del espesor de capa del vidrio. Las muestras 23 no transparentes, por ejemplo, la cerámica, la piedra y la porcelana, no sobresalen a su vez de la línea básica y se han de identificar como tal mediante la unidad 10 de evaluación y control.

Un análisis informatizado de las curvas características de transmisión se puede realizar por medio de distintos procedimientos. Aunque se pueden usar en principio todos los valores de transmisión para el análisis, se ha demostrado que sobre todo los valores de transmisión UV en un intervalo de 0 a 50% son especialmente adecuados para la detección y clasificación. Por ejemplo, el valor característico λ_x en la figura 3 corresponde a la longitud de onda, en la que se mide aún 40% de transmisión en la muestra 24. En cambio, la muestra 25 presenta en el mismo grado de transmisión una longitud de onda λ_y . Estos datos ya posibilitan, por ejemplo, la clasificación del vidrio responsable de este resultado de medición.

En especial la longitud de onda de la absorción completa ("frecuencia cutoff") o el intervalo de longitud de onda intermedia para la absorción completa es especialmente adecuado para una clasificación del flujo 6 de material de vidrio de desecho y una detección de piezas de vidrio especial arrastradas en éste (véase figura 5).

En este caso ha resultado especialmente ventajoso un procedimiento que para la comparación de estos intervalos de longitud de onda intermedia con intervalos de longitud de onda de referencia determina una tangente de los perfiles de absorción UV y compara su gradiente con gradientes almacenados de referencia. La tangente se puede situar en todo el perfil de absorción UV, o sea, en la zona de la curva característica, a partir de la que ya no se produce con la longitud de onda decreciente una transmisión creciente o una absorción decreciente o en la zona del perfil de absorción, en la que la permeabilidad es de entre 0% y 50%.

El punto de intersección λ_0 de la tangente en el perfil de absorción UV con la abscisa se puede calcular y usar como valor característico para la comparación de los valores de transmisión UV. La tangente 29, representada en la figura 5 y situada en el perfil de absorción UV de la curva característica de la muestra 27, corta la abscisa, por ejemplo, con un valor de λ_0 de 300 nm.

5 En el caso de las muestras 27, 28 se trata de diferentes pedazos del mismo vidrio. Se puede observar que el valor de transmisión varía debido a la geometría diferente de la muestra (espesor de capa, forma) en el desarrollo de la curva característica, pero las dos muestras presentan exactamente el mismo perfil de absorción UV, o sea, la permeabilidad desaparece en la misma longitud de onda. Si en los dos perfiles de absorción se situaran tangentes imaginarias, se obtendrían nuevamente a partir de sus puntos de intersección con la abscisa valores característicos λ_0 que se encontrarían también casi en la misma longitud de onda.

10 Se entiende que la tangente se puede situar en cualquier punto de la curva característica, por ejemplo, con valores definidos de permeabilidad, para obtener respectivamente diferentes valores característicos λ_0 o gradientes característicos de la tangente que se usan para el análisis del material.

15 Con este fin están previstos varios puntos de medición de la transmisión luminosa repartidos en un intervalo definido de longitud de onda UV. Los puntos de medición están dispuestos convenientemente dentro del intervalo definido de longitud de onda o en todo el intervalo de longitud de onda UV a distancias regulares entre sí (por ejemplo, 30 nm), pero pueden estar dispuestos también en una selección de cualquier intervalo de distancia. Según el campo de aplicación puede ser posible en determinadas circunstancias centrar la detección sólo en un determinado intervalo limitado de longitud de onda y no tener en cuenta otros intervalos de longitud de onda. De este modo se economiza el volumen de datos, ya que sólo se usan intervalos seleccionados de longitud de onda para activar el dispositivo 11 de extracción situado a continuación y configurado como toberas de soplado.

20 Aunque una evaluación del flujo 6 de material de vidrio de desecho por medio de frecuencias "cutoff UV" específicas del material es típica y ventajosa, se pueden usar también otras características significativas de transmisión para el análisis del material. Así, por ejemplo, el gradiente de una curva característica de transmisión obtenida se puede determinar en cualquier punto característico y compararse con gradientes almacenados de referencia. En caso de crearse un algoritmo correspondiente para la localización se pueden comparar naturalmente también otros parámetros especiales de la curva característica de transmisión en el intervalo de longitud de onda UV con parámetros almacenados de referencia.

25 El procedimiento según la invención se puede combinar naturalmente también con procedimientos conocidos de clasificación para diferenciar la cerámica, la piedra, la porcelana, el plástico u otros sólidos y puede servir así para una división del flujo no homogéneo 6 de material de vidrio de desecho en diferentes fracciones definidas de material.

30 Adicionalmente puede estar previsto también que el flujo de material de vidrio de desecho se irradie con luz visible y que la detección del vidrio especial se realice mediante una comparación de los valores de transmisión, detectados por la unidad 8 de detección, de la luz visible del flujo 6 de material de vidrio de desecho con los valores de transmisión de la luz visible obtenidos previamente a partir de ensayos normalizados de material. Como se puede observar, por ejemplo en la figura 3, algunos de los vidrios especiales presentan un comportamiento característico de absorción o transmisión también en el intervalo visible de la luz que se puede usar asimismo de este modo para la clasificación.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la detección y clasificación de vidrio dentro de un flujo (6) de material de vidrio de desecho, preferentemente vidrio roto, incidiendo los rayos luminosos (14), emitidos por una fuente (7) de radiación UV, sobre el flujo (6) de material de vidrio de desecho, determinándose las propiedades ópticas del flujo (6) de material de vidrio de desecho mediante una unidad (8) de detección y procesándose éstas en una unidad (10) de evaluación y control con conexión para la transmisión de datos y activando en dependencia de esto la unidad (10) de evaluación y control un dispositivo (11) de extracción, por ejemplo, toberas (11) de soplado, que está situado a favor de la corriente de la unidad (8) de detección y separa los materiales no deseados del flujo (6) de material de vidrio de desecho, que son arrastrados en éste, y los desvía hacia un lugar predeterminado, tratándose en el caso de los materiales no deseados, que se van a detectar, de vidrio especial, en particular, cerámica de vidrio, vidrio de cuarzo, vidrio de plomo y vidrios técnicos resistentes a los choques de temperatura y calor, como los vidrios de borosilicato, caracterizado porque los rayos luminosos emitidos (14) inciden a través del flujo (6) de material de vidrio de desecho sobre la unidad (8) de detección y la detección se realiza mediante una comparación de los valores de transmisión UV del flujo (6) de material de vidrio de desecho con los valores de transmisión UV obtenidos previamente a partir de ensayos normalizados de material y para la comparación de los valores de transmisión UV se usa el intervalo de los valores de transmisión identificado como perfil de absorción UV, en el que con una longitud de onda decreciente ya no se produce una transmisión creciente.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la luz emitida por la fuente (7) de radiación cubre todo el intervalo de longitud de onda UV.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la comparación de los valores de transmisión UV del flujo (6) de material de vidrio de desecho, detectados por la unidad (8) de detección, se realiza sólo en los intervalos seleccionados de longitud de onda del espectro UV.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la comparación de los valores de transmisión UV del flujo (6) de material de vidrio de desecho, detectados por la unidad (8) de detección, se realiza en todo el intervalo de longitud de onda del espectro UV.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque dentro de los intervalos seleccionados de longitud de onda o dentro de todo el espectro UV están previstos puntos de medición a distancias regulares entre sí para la determinación de los valores de transmisión UV.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque para la comparación de los valores de transmisión UV se usa el intervalo del perfil de absorción UV, en el que la permeabilidad de la pieza del flujo (6) de material de vidrio de desecho es de 0 a 50%.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque para la comparación de los valores de transmisión UV se determina la tangente de los perfiles de absorción UV y su gradiente se compara con gradientes almacenados de referencia.
- 35 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el punto de intersección λ_0 de la tangente en el perfil de absorción UV con la abscisa (punto cero de los valores de transmisión o absorción) se ha de calcular y usar como valor característico para la comparación de los valores de transmisión UV.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el flujo de material de vidrio de desecho se irradia adicionalmente con luz visible y el vidrio especial se detecta mediante una comparación de los valores de transmisión, detectados por la unidad (8) de detección, de la luz visible del flujo (6) de material de vidrio de desecho con los valores de transmisión de la luz visible obtenidos previamente a partir de ensayos normalizados de material.
- 45 10. Dispositivo para la detección y clasificación de vidrio dentro de un flujo (6) de material de vidrio de desecho, preferentemente vidrio roto, incidiendo los rayos luminosos UV (14) emitidos por una fuente (7) de radiación a través del flujo (6) de material de vidrio de desecho sobre una unidad (8) de detección y siendo procesados por ésta, así como activando en dependencia de esto una unidad (10) de evaluación y control, conectada a la unidad (8) de detección, un dispositivo (11) de extracción, por ejemplo, toberas (11) de soplado, que está situado a favor de la corriente de la unidad (8) de detección y separa los materiales no deseados del flujo (6) de material de vidrio de desecho, que son arrastrados en éste, y los desvía hacia un lugar predeterminado, funcionando el dispositivo sobre la base de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9.
- 50

Fig. 1

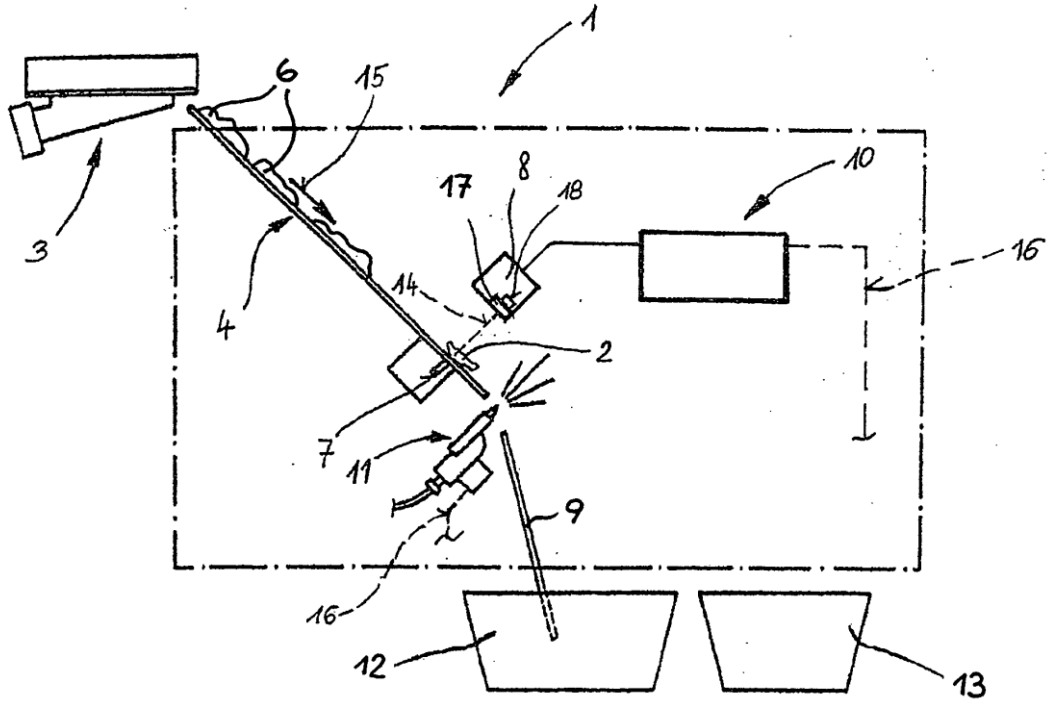
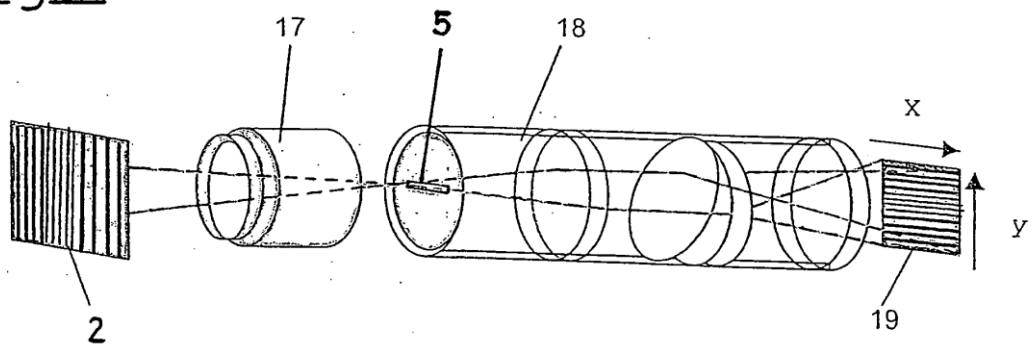


Fig. 2



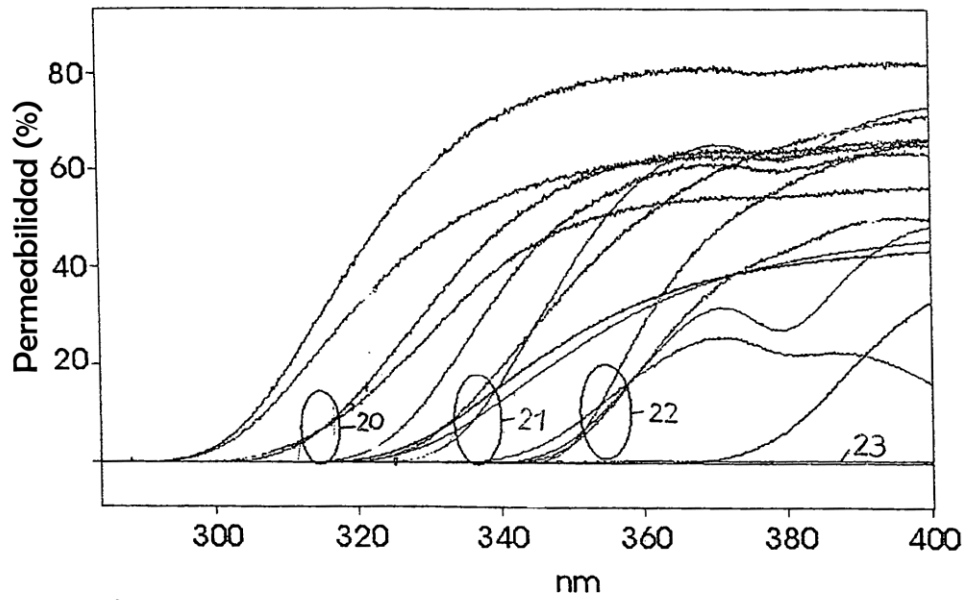
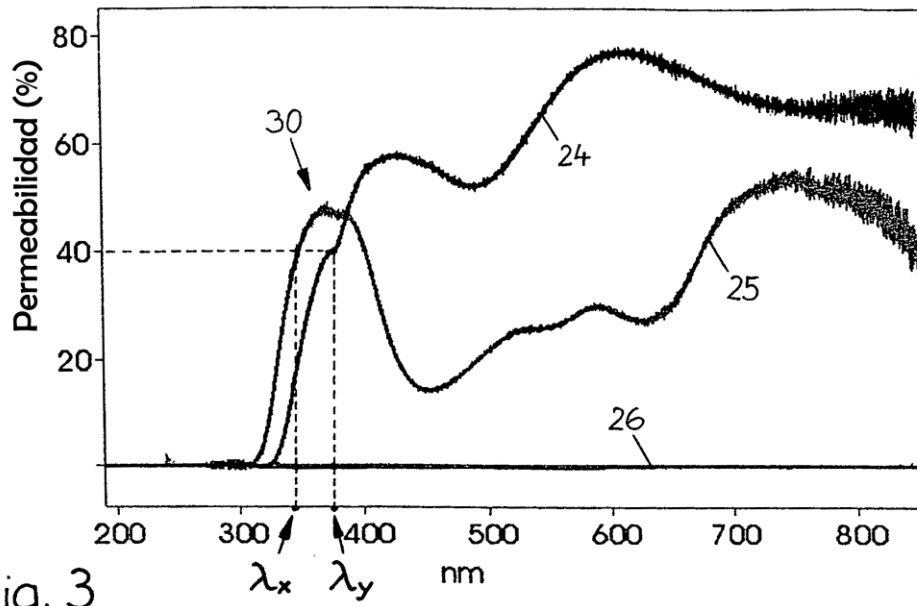


Fig. 5

