(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 689 701**

(51) Int. Cl.:
B07C 5/342 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.03.2016** **PCT/AT2016/050053**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2016** **WO16141398**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2016** **E 16716453 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 3107664**

(54) Título: **Separación de objetos que contienen minerales u objetos de plástico**

(30) Prioridad:

09.03.2015 AT 5003815 U

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2018

(73) Titular/es:

BINDER + CO AG (100.0%)
Grazer Strasse 19-25
8200 Gleisdorf, AT

(72) Inventor/es:

HUBER, REINHOLD y
TAUCHER, REINHARD

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 689 701 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

Separación de objetos que contienen minerales u objetos de plástico

ÁMBITO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento para separar objetos que contienen minerales u objetos de plástico de un flujo de materiales de una capa, así como a una instalación de clasificación correspondiente.

Los objetos que contienen minerales pueden ser productos minerales intermedios o finales, como pedazos de rocas, rocas partidas, rocas, arena, minerales, materiales refractarios (por ejemplo materiales de altos hornos). Un objeto determinado puede contener solo los minerales o fases de minerales deseados (esto se denomina también como minerales valiosos), puede contener parcialmente los minerales deseados o no contener en absoluto nada de materiales deseados. Los objetos naturalmente pueden estar deformados y pueden contener también varios minerales o fases de minerales diferentes (por ejemplo, espato flúor/espato pesado/ cuarzo) y solo pueden clasificarse en cuanto al contenido o la parte de un mineral determinado (o de varios materiales determinados).

De una capa significa que los objetos individuales no se sitúan unos sobre otros, sino unos junto a otros, de modo que no cubren toda la superficie. Es mejor que los objetos individuales presenten una distancia unos con respecto a otros, para ser bien reconocidos como objetos individuales por dispositivos ópticos.

El flujo de materiales puede componerse exclusivamente de objetos que contienen minerales, pero también es posible que el flujo de materiales, junto con objetos que contienen minerales, contenga también otros objetos.

El procedimiento según la invención, sin embargo, es adecuado también para la clasificación de materiales plásticos, o bien desechos plásticos. De este modo, el flujo de materiales de una capa puede componerse de materiales plásticos o desechos plásticos, y se separan objetos que se componen de uno o de varios materiales plásticos determinados o que contienen uno o varios materiales plásticos como componentes. Naturalmente, el flujo de materiales de una capa, sin embargo, puede contener también otros objetos que no son de materiales plásticos.

Aun cuando no se excluye que en un procedimiento se clasifique tanto en cuanto a materiales determinados, como también en cuanto a materiales plásticos determinados, en la práctica se separan solo minerales determinados o solo materiales plásticos determinados.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Propiedades determinadas de productos minerales intermedios o finales, como la pureza, el contenido de sustancias interferentes o el grado de blancura pueden detectarse mediante luz visible y sensores ópticos, y pueden utilizarse para los fines de la separación.

Sin embargo, la simple detección del color de la superficie con frecuencia no puede realizarse, ya que no se encuentra presente una correlación suficiente del color de la superficie y de la propiedad deseada, como precisamente el contenido o la parte de un mineral determinado. De manera alternativa pueden aplicarse procedimientos de detección costosos como el análisis por espectrometría de fluorescencia de rayos X, véase al respecto la solicitud US 7 763 820 B1, o espectroscopia NIR (del infrarrojo cercano)

En principio es conocido el hecho de que los yacimientos de minerales, cuyo producto de degradación se compone de minerales o fases minerales, presenten propiedades de fluorescencia. De este modo, por ejemplo, la calcedonia muestra fluorescencia verde, la fluorita fluorescencia amarilla o la calcita fluorescencia roja. La fluorescencia, con la excepción de pocos minerales, como por ejemplo scheelita de mineral de wolframio, no es una propiedad inherente de los minerales individuales, sino que depende de la génesis y, con ello, usualmente es específica de los yacimientos. Una propiedad de fluorescencia específica está definida esencialmente por la estructura cristalina y los defectos de la estructura reticular del cristal, en donde están instalados activadores, como elementos de tierras raras o metales de transición.

La fluorescencia, por tanto, se utiliza también para el análisis de minerales, yacimientos de minerales o conjuntos de rocas, por ejemplo en la fluorescencia inducida por láser (en inglés *laser-induced fluorescence*, LIF). Ese procedimiento es un procedimiento espectroscópico y, por tanto, implicaría una gran inversión e insumiría mucho tiempo para poder aplicarse en una clasificación industrial.

También es conocido el hecho de que los materiales plásticos presentan propiedades fluorescentes. Por ejemplo, la

solicitud US 2013/274914 A1hace referencia a la clasificación de piezas plásticas, mediante radiación. La solicitud DE 10 2010 030908 A1muestra a su vez un procedimiento para la clasificación de objetos contenidos en semillas, donde se determina la propiedad fluorescente. Por la solicitud WO 2011/020628 A1se conocen un procedimiento y un dispositivo para detectar fragmentos de vidrio que contienen plomo en un flujo de materiales de objetos, de una capa, donde los objetos se irradian con luz UV esencialmente monocromática. En la solicitud US 7763820 B1se describe un procedimiento para la clasificación de objetos metálicos, entre otros, mediante análisis por espectrometría de fluorescencia de rayos X y espectrometría de emisión óptica.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Por lo tanto, un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y una instalación de separación correspondiente, donde objetos que contienen un mineral determinado o un material plástico determinado, puedan detectarse con la menor inversión posible de un flujo de materiales de una capa, y de otros objetos que contienen menos o nada del mineral o material plástico determinado.

Este objeto se soluciona a través de un procedimiento según la reivindicación 1, de modo que

- objetos del flujo de materiales se irradian con luz de excitación y la luz fluorescente resultante de ello se detecta en forma de una imagen de los puntos fluorescentes,
- donde los objetos del flujo de materiales se irradian con luz para la detección de objetos por fuera de la luz fluorescente, y la luz de transmisión, después del paso entre los objetos, o la luz de reflexión de los objetos, se detecta en forma de una imagen de los objetos individuales,
- un objeto se define como un objeto que contiene al menos un mineral determinado o un material plástico determinado cuando luz fluorescente de ese objeto para al menos un rango de longitud de onda predeterminado se ubica en un rango de intensidad predeterminado, y
- de modo que los objetos definidos de ese modo se separan de otros objetos del flujo de materiales.

La fluorescencia puede excitarse a través de luz UV, donde la luz fluorescente se ubica entonces usualmente en el rango visible. De manera correspondiente puede preverse que la luz de excitación, en el procedimiento según la invención, sea luz UV.

Sin embargo, existen también materiales, cuya fluorescencia se excita a través de luz visible. De manera correspondiente puede preverse que la luz de excitación, en el procedimiento según la invención, sea luz visible. De este modo, por ejemplo el rubí o el corindón, muestran fluorescencia cuando se irradian con luz de aproximadamente 550 nm de longitud de onda.

Por lo tanto, es suficiente con representar ópticamente los objetos que deben analizarse y, a su vez, en una primera imagen de los puntos fluorescentes, analizar si éstos presentan el color deseado (podría regularse por ejemplo mediante filtro delante de una cámara óptica) y la intensidad necesaria. Cuando esto es correcto, entonces esos puntos fluorescentes corresponden al objeto correspondiente que se define con una segunda imagen, a un área del objeto que contiene el mineral determinado, a saber el mineral valioso o bien el material plástico determinado, ese objeto se define como valioso y se separa de otros objetos. La primera y la segunda imagen contienen usualmente varios objetos que deben analizarse.

Puesto que cada mineral valioso o bien cada material plástico que debe clasificarse es excitado por luz de una longitud de onda determinada mejor para emitir fluorescencia, la luz de excitación debe seleccionarse de forma correspondiente, por ejemplo, a través de fuentes de luz correspondientes. Cuando para un material determinado el pico de excitación se ubica en una longitud de onda determinadas, por ejemplo en una longitud de onda de 320 nm, el intervalo de luz de excitación se fija por ejemplo en +/- 50 nm, por tanto precisamente en 270 - 370 nm.

Puesto que la longitud de onda de la luz fluorescente en los minerales depende también de los yacimientos de minerales, mediante filtro para la luz de excitación y/o mediante filtro para la luz fluorescente que debe detectarse y/o a través de la selección del detector correspondiente para la luz fluorescente (por ejemplo una cámara RGB sensible de banda ancha) puede tener lugar también un ajuste en cuanto al respectivo yacimiento.

Mediante excitación de fluorescencia pueden detectarse por ejemplo el tipo de mineral o bien fases minerales, condiciones de deformidad y al menos la parte superficialmente visible de determinados materiales en objetos que contienen minerales.

La segunda imagen puede tener lugar en principio con cualquier luz, donde sin embargo se trata de definir los objetos individuales. Esa segunda imagen puede crearse en el procedimiento a contraluz, donde se reproduce la luz

de transmisión que llega a través del flujo de materiales, o bien que penetra entre los objetos del flujo de materiales. O la segunda imagen puede crearse igualmente en el procedimiento de iluminación vertical, donde se reproduce la luz de reflexión de los objetos.

La luz para la detección de objetos (de modo adicional - en el caso de que se utilice luz UV ya como luz de excitación) puede contener luz UV, y/o (de manera adicional, en el caso de que se utilice luz visible como luz de excitación) luz visible y/o luz IR. En el caso de la luz adicional puede proporcionarse por ejemplo una fuente de luz adicional - con respecto a la fuente de luz para generar la fluorescencia. Esa segunda fuente de luz o fuente de luz adicional puede emitir en principio solo luz UV, solo luz visible o solo luz infrarroja. Podría ser también una fuente de luz que emita luz UV y luz visible, o también luz visible y luz IR. Naturalmente, la segunda fuente de luz o fuente de luz adicional puede estar formada en la práctica por varias lámparas (tubos, LEds, ...).

Para ahorrar fuentes de luz puede preverse que la luz de excitación se utilice también como luz para la detección de objetos. No debe proporcionarse ninguna fuente de luz propia que emita la luz para la detección de objetos, sino que para la detección de objetos se utiliza también la luz de excitación o bien la fuente de luz de excitación, la cual o las cuales se utilizan para la excitación de la fluorescencia. De este modo se ofrecen en principio dos posibilidades de realización: En primer lugar, la luz de excitación reflectada por los objetos puede ser registrada por un detector correspondiente en forma de una imagen, lo cual corresponde a un procedimiento a contraluz para la detección de los objetos. En segundo lugar, la luz de excitación puede ser registrada por un detector correspondiente como luz de transmisión después del paso entre los objetos, en forma de una imagen; esto corresponde a un procedimiento a contraluz para la detección de los objetos.

Para lograr una diferenciación clara entre la luz para la detección de los objetos transmitida o reflectada, por una parte, y la luz fluorescente, por otra parte, usualmente la luz para la detección de objetos no se ubica en el rango de longitud de onda de la luz fluorescente prevista.

Usualmente, la primera y la segunda imagen se producen al mismo tiempo, porque las dos imágenes pueden entonces compararse directamente una con otra. Un primer retardo temporal entre el registro de la primera imagen y aquél de la segunda imagen, sin embargo, sería también posible y podría considerarse o bien compensarse en el procesamiento de la imagen.

La primera imagen con la información sobre la fluorescencia y la segunda imagen con las propiedades geométricas de los objetos se asocian unas con otras - usualmente con un software de procesamiento de imagen - en tanto las mismas hayan sido creadas por detectores diferentes, y se procesan, los objetos se clasifican y, en correspondencia con los criterios de clasificación se separan correctamente en cuanto al tiempo y al lugar.

Para mantener lo más reducida posible la cantidad de detectores y simplificar el procesamiento de las imágenes puede preverse que la luz fluorescente, por un lado, y la luz de transmisión o reflexión de la luz para la detección del objeto, por el otro, se registren con el mismo detector en forma de una imagen común. La condición previa para ello es que la luz fluorescente de diferencie lo suficiente de la luz de transmisión o de reflexión de la luz para la detección del objeto, y que el detector sea lo suficientemente sensible en los rangos de longitud de onda correspondientes. De este modo, por ejemplo, con una cámara RGB de alta sensibilidad como único detector, sería posible producir por registro una imagen, la cual en un color o bien un canal, por ejemplo azul, reproduce la luz fluorescente, y en otro color o bien otro canal, por ejemplo rojo, reproduce la luz de transmisión o la luz de reflexión de la luz para la detección de objetos.

De ese modo, para la detección de objetos no debe realizarse ningún ajuste entre una primera y una segunda imagen, sino que para cada posición de los objetos existe solo una imagen, la cual contiene tanto la información sobre la fluorescencia, como también la información sobre las dimensiones geométricas y la ubicación de los objetos.

Si durante la separación los objetos valiosos se separan de los objetos no valiosos o de forma inversa no es esencial y depende de cuál de las dos fracciones presente la mayor cantidad de objetos, o se determina a través de aspectos cualitativos. La separación de una fracción puede tener lugar por ejemplo a través de boquillas de soplado, mediante aire comprimido.

Los objetos no valiosos, por tanto, en el rango de longitud de onda y en el rango de intensidad predeterminado, al cual se asocia la luz fluorescente de los minerales o materiales plásticos deseados, no presentarán por tanto una intensidad, o solo presentarán una intensidad reducida.

Los objetos valiosos, en el rango de longitud de onda y en el rango de intensidad predeterminado, al cual se asocia

la luz fluorescente de los minerales o materiales plásticos deseados, presentarán una intensidad más elevada que los objetos no valiosos.

En muchos objetos, el mineral deseado o bien el material plástico deseado no estará distribuido de modo regular sobre el objeto, sino que habrá áreas que solo se compongan del mineral o bien del material plástico deseado, y áreas que no presenten en absoluto el mineral deseado o bien el material plástico deseado. De este modo, por ejemplo un objeto mineral puede presentar un área que se compone totalmente del mineral deseado, y otra área que se compone totalmente de otro material. En el caso de objetos plásticos, como desechos plásticos, igualmente un objeto, por ejemplo una parte superior de una botella plástica podría componerse totalmente de un material plástico deseado, por ejemplo el cuello de la botella en sí mismo, y una parte podría componerse de otro material plástico, por ejemplo el cierre roscado, el cual aún se encuentra enroscado en el cuello de la botella.

Por eso puede preverse que la imagen de un objeto se divida en varias subáreas y que una subárea se defina como una subárea que contiene un mineral determinado (a saber, el mineral valioso) o bien un material plástico determinado, cuando la luz fluorescente desde esa subárea se ubica en un rango de longitud de onda y de intensidad predeterminado. Puesto que entonces al menos esa subárea se compone del mineral o bien material plástico deseado.

El procedimiento según la invención puede precisarse aún más considerando también el contenido de minerales o de material plástico en un objeto individual. De este modo, por ejemplo puede considerarse deseable definir como valiosos y procesar posteriormente solo aquellos objetos que superan una parte determinada del mineral valioso o bien del material plástico deseado. Tanto más grandes y/o más frecuentes son los puntos fluorescentes en la imagen de un objeto, tanto más minerales deseados, o bien material plástico deseado contendrá dicho objeto. Por lo tanto, para obtener objetos relativamente ricos en mineral valioso o material plástico deseado, puede preverse definir como no valiosos objetos con solamente pocas o ningunas de las así llamadas "manchas fluorescentes".

Por lo tanto, puede preverse que un objeto se defina como un objeto que contiene un mineral determinado o bien un plástico determinado, cuando la suma de las subáreas que contienen el mineral determinado o bien el plástico determinado, con relación a una superficie de referencia, como la superficie total de la imagen del objeto, supera un valor umbral predeterminado de la intensidad. Por ejemplo, por consiguiente, se suman los puntos de la imagen fluorescentes que superan un valor umbral definido (píxel fluorescente) para un objeto en la imagen de la luz fluorescente y se relaciona con la superficie del objeto, por tanto, con la cantidad de los puntos de la imagen del objeto en la segunda imagen. Solo cuando la relación supera un valor predeterminado el objeto se considera como valioso y se separa en la fracción correspondiente.

Puesto que la fluorescencia es un efecto superficial, se obtienen mejores resultados, es decir intensidades más elevadas de la luz fluorescente, cuando la luz fluorescente se mide en el procedimiento de iluminación vertical. Es decir, que la fuente de excitación o bien la luz de excitación y el detector para luz fluorescente se encuentran del mismo lado del objeto. Pero también ofrece ventajas la medición de la luz fluorescente en el procedimiento a contraluz, donde aquí el detector se encuentra del lado opuesto de la fuente de luz de excitación y mide la luz fluorescente irradiada desde el objeto, la cual atraviesa el objeto. No obstante, el procedimiento a contraluz puede aplicarse solamente cuando los objetos son permeables para la luz fluorescente, lo cual sin embargo no es el caso en muchos minerales o bien productos minerales intermedios o finales.

Naturalmente es posible también una combinación de detectores de iluminación vertical y a contraluz para detectar la luz fluorescente.

Se considera ventajoso que debido a la intensidad de la luz fluorescente en el rango de intensidad determinado previamente para objetos que contienen un mineral determinado o bien un plástico determinado, se efectúe otra división de esos objetos con respecto al contenido de minerales o bien al contenido de plástico. De este modo podrían filtrarse al menos dos clases de objetos valiosos, una con un contenido de minerales o bien de material plástico más reducido y una con contenido más elevado. Esto es posible de modo particularmente conveniente en el procedimiento de iluminación vertical, porque aquí las intensidades son en principio más elevadas.

En una forma de realización de la invención se prevé que la luz de excitación y/o la luz adicional sean pulsadas. Por consiguiente, los objetos no se iluminan de forma continua, sino que la luz adicional se enciende solamente cuando se detecta la imagen. Esto ofrece la ventaja de que en total se consume menos energía que en el caso de una iluminación continua de los objetos, donde a pesar de ello, para la iluminación a corto plazo pueden utilizarse intensidades más elevadas que en el caso de una iluminación continua y, debido a ello, pueden detectarse también minerales que emiten fluorescencia de forma tenue.

La instalación de clasificación para realizar el procedimiento según la invención se caracteriza porque la misma comprende al menos:

- una fuente de luz de excitación, con la cual puede iluminarse un flujo de materiales de una capa, de objetos,
- un primer detector para detectar la luz fluorescente generada a través de la fuente de luz de excitación en el objeto, en forma de una imagen,
- un dispositivo para crear una imagen de los objetos individuales,
- un dispositivo para producir un flujo de materiales de una capa, de objetos, con el cual el flujo de materiales puede pasar delante de la fuente de luz de excitación, así como
- un dispositivo para separar, el cual define un objeto como objeto que contiene un mineral determinado o bien un plástico determinado y lo separa de otros objetos del flujo de materiales cuando la luz fluorescente de ese objeto para al menos un rango de longitud de onda predeterminado se ubica en un rango de intensidad predeterminado.

El dispositivo para crear una imagen de los objetos individuales puede comprender lo siguiente:

- una segunda fuente de luz que puede emitir luz UV y/o luz visible y/o luz IR por fuera de la luz fluorescente, y/o
- un segundo detector para detectar la luz de transmisión de la eventualmente segunda fuente de luz o de la fuente de luz de excitación, después del paso entre los objetos, o para detectar la luz de reflexión de los objetos irradiados a través de la eventualmente segunda fuente de luz o de la fuente de luz de excitación.

Tanto el primer, como también el segundo detector, pueden estar realizados como cámara óptica, por ejemplo como cámara de líneas o cámara de superficie. El dispositivo para producir un flujo de materiales de una capa puede ser por ejemplo una cinta transportadora, o una placa alineada de forma oblicua en el estado de funcionamiento de la instalación de clasificación, la cual, durante la utilización del procedimiento a contraluz, debe ser permeable a la luz de modo correspondiente (véase la figura 2), o la cual, de lo contrario, debe terminar inmediatamente antes del área de detección (véase la figura 6).

Para realizar el procedimiento de iluminación vertical para la luz fluorescente puede preverse que la fuente de luz de excitación y el primer detector se encuentren en el mismo lado del flujo de materiales.

Para poder utilizar la luz de excitación en el caso de luz UV también para la detección de objetos, puede preverse que el segundo detector sea un detector para luz UV.

Utilizando un único detector, para poder detectar tanto la fluorescencia como también las propiedades geométricas de los objetos, puede proporcionarse una segunda fuente de luz que puede emitir luz visible y/o luz IR. Puesto que entonces tanto la luz fluorescente, como también la luz para la detección de objetos transmitida o reflectada (originalmente emitida desde la segunda fuente de luz), puede registrarse también con el mismo detector. La expresión "utilizando un único detector" no excluye que se utilicen varios detectores de la misma clase, por ejemplo unos junto a otros, de los cuales cada uno puede detectar tanto la luz fluorescente, como también la luz para la detección de objetos transmitida o reflectada, por ejemplo, cuando la anchura total del flujo de materiales no puede registrarse con un único detector. También los dispositivos denominados como primer y segundo detector pueden en la práctica formarse respectivamente en base a varios detectores de la misma clase, cuando esto es necesario, por ejemplo debido a la anchura del flujo de materiales.

En base a las formas de realización preferentes mencionadas para la instalación de clasificación según la invención resultan al menos las siguientes disposiciones de fuentes de luz y detectores, donde con "lado del objeto" se supone siempre aquel lado del dispositivo para producir un flujo de materiales de una capa (por ejemplo cinta transportadora, placa, tobogán), sobre el cual se encuentran los objetos que deben clasificarse.

Primera disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación para la luz de excitación, sobre el lado del objeto
- al menos un detector para luz fluorescente, sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical)
- al menos una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, sobre el lado del objeto
- al menos un segundo detector para la luz para la detección de objetos reflectada sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical), véase al respecto la figura 1.

Segunda disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación para la luz de excitación, sobre el lado del objeto
- al menos un detector para luz fluorescente, sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical)

- al menos una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, frente al lado del objeto
- al menos un segundo detector para la luz para la detección de objetos transmitida, el cual se sitúa de forma opuesta a la segunda fuente de luz, por tanto sobre el lado del objeto (procedimiento a contraluz), véase al respecto la figura 2.

Tercera disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación para la luz de excitación, sobre el lado del objeto
- al menos un detector para luz fluorescente, sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical)
- al menos una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, sobre el lado del objeto
- al menos un segundo detector para la luz para la detección de objetos transmitida, el cual se sitúa de forma opuesta a la segunda fuente de luz, por tanto frente al lado del objeto (procedimiento a contraluz).

Cuarta disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación (luz UV y/o luz visible) para la luz de excitación y para la luz para la detección de objetos, sobre el lado del objeto
- al menos un detector para luz fluorescente, sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical)
- (ninguna segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos)
- al menos un segundo detector para la luz para la detección de objetos transmitida, por tanto la luz de la fuente de excitación, situado de forma opuesta a la fuente de luz de excitación, por tanto frente al lado del objeto (procedimiento a contraluz), o sobre el lado del objeto (procedimiento de iluminación vertical).

Quinta disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación para la luz de excitación, sobre el lado del objeto
- una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, frente al lado del objeto
- al menos un detector, sobre el lado del objeto, para la detección común de luz fluorescente (procedimiento de iluminación vertical) y de luz para la detección de objetos transmitida entre los objetos (procedimiento a contraluz)
- al menos una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, frente al lado del objeto

Sexta disposición:

- al menos una fuente de luz de excitación para la luz de excitación, sobre el lado del objeto
- una segunda fuente de luz para la luz para la detección de objetos, también sobre el lado del objeto
- al menos un detector, sobre el lado del objeto, para la detección común de luz fluorescente (procedimiento de iluminación vertical) y de luz para la detección de objetos reflectada (procedimiento de iluminación vertical)
- (ningún segundo detector solo para la luz para la detección de objeto reflectada).

Para realizar el dispositivo según la invención ahorrando el mayor espacio posible, puede preverse que la fuente de luz de excitación y eventualmente la segunda fuente de luz se encuentren en una carcasa común, en el caso de que ambas se encuentren del mismo lado del dispositivo para producir un flujo de materiales de una capa, y/o de que el primer y eventualmente el segundo detector se encuentren en una carcasa común, en el caso de que ambos se encuentren del mismo lado del dispositivo para producir un flujo de materiales de una capa.

Para poder eliminar longitudes de ondas no deseadas en el caso de luz UV como luz de excitación, en particular aquellas de la luz visible, desde el espectro de la fuente de luz UV, la luz UV debe filtrarse. Para ello puede preverse que la fuente de luz UV esté instalada de este modo en una carcasa con al menos un filtro de espejo, de modo que la luz desde la fuente de luz UV se desvíe mediante al menos un filtro de espejo y se filtre, en particular que se desvíe en 180º a través de dos filtros de espejo dispuestos uno con respecto a otro de forma normal.

El procedimiento según la invención puede realizarse a escala industrial solo con asistencia por ordenador, en particular utilizando programas para el procesamiento de imágenes, para definir los objetos individuales. De este modo, también un producto de programa informático que comprende un programa y que puede cargarse directamente en una memoria de un ordenador central de una instalación de clasificación puede presentar medios de programa para realizar todos los pasos del procedimiento cuando el programa es ejecutado por el ordenador central. A modo de ejemplo, el programa puede estar almacenado en un soporte de datos, en un medio de memoria o en otro medio legible por ordenador, o puede ponerse a disposición como señal mediante una conexión de datos.

En particular, el programa procesará la imagen de los puntos fluorescentes y la imagen de los objetos individuales y definirá un objeto como un objeto que contiene al menos un mineral determinado o bien un material plástico

determinado, cuando la luz fluorescente de ese objeto, para al menos un rango de longitud de onda predeterminado, se ubica en un rango de intensidad predeterminado, y el programa ordenará que los objetos definidos de ese modo se separen de otros objetos del flujo de materiales. Además, el programa podría realizar también los pasos del procedimiento de las reivindicaciones 5, 6 y 8.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La invención se explicará en detalle ahora mediante figuras esquemáticas que representan ejemplos de realización de un dispositivo según la invención. Para la luz de excitación se emplea respectivamente el procedimiento de iluminación vertical, es decir que la fuente de luz de excitación y el detector para la radiación fluorescente están dispuestos del mismo lado del flujo de materiales.

La figura 1 muestra una instalación de clasificación según la invención, utilizando el procedimiento de iluminación vertical para ambas fuentes de luz,
La figura 2 muestra una instalación de clasificación según la invención utilizando el procedimiento de iluminación vertical para una fuente de luz UV como fuente de luz de excitación y el procedimiento a contraluz para la segunda fuente de luz,
La figura 3 muestra una imagen de la luz fluorescente para una disposición de objetos determinada,
La figura 4 muestra una imagen de la luz de reflexión/transmisión de la otra fuente de luz para la disposición de los objetos de la figura 3,
La figura 5 muestra la imagen de los objetos, de las partes fluorescentes, así como su ubicación, por tanto, una superposición de la figura 3 y la figura 4,
La figura 6 muestra una variante de una instalación de clasificación según la invención con una disposición alternativa del dispositivo para separar el flujo de materiales, y de los componentes del sensor con dispositivo de separación neumático,
La figura 7 muestra un diagrama donde se representa la intensidad de la luz de excitación y de la luz fluorescente en función de la longitud de onda.

VÍAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

En la figura 1, en una primera carcasa 1 para fuentes de luz, se encuentra instalada una fuente de luz UV 3 y en una segunda carcasa 1 para fuentes de luz se encuentra instalada una segunda fuente de luz 4.

La fuente de luz UV 3 puede aquí emitir luz UVC en el rango de 200 a 280 nm, en particular con una intensidad máxima en una longitud de onda de 254 nm. La intensidad de la luz, en el lugar de los objetos 12, puede ubicarse aproximadamente en 1,0 a 1,5 mW/cm^2. La fuente de luz UV 3 puede estar realizada en forma de una lámpara UVC, la cual se denomina también como lámpara fluorescente UVC o tubo fluorescente UVC. Sin embargo, la fuente de luz UV 3 puede aquí también emitir luz UVA en el rango de 330 a 400 nm, en particular con una intensidad máxima en una longitud de onda de 366 nm. La intensidad de la luz, en el lugar de los objetos 12, puede ubicarse aproximadamente en 1,0 a 1,5 mW/cm^2. La fuente de luz UV 3 puede estar realizada en forma de una lámpara UVA, la cual se denomina también como lámpara fluorescente UVA o tubo fluorescente UVA. O la fuente de luz UV 3 - por ejemplo en forma de una lámpara fluorescente o tubo fluorescente - puede emitir luz UVB en el rango de 280-330 nm, en particular con una intensidad máxima en una longitud de onda de 312 nm, igualmente con una intensidad de luz en el lugar de los objetos 12 aproximadamente en 1,0 a 1,5 mW/cm^2.

Del mismo modo, en lugar de un tubo UV pueden emplearse también uno o varios LEDs UV (una así llamada línea LED). Actualmente, en todo caso, se encuentran disponibles LED UVA con una longitud de onda de aproximadamente 360 nm, con las cuales puede alcanzarse una intensidad de luz marcadamente más elevada en el lugar de los objetos 12, de por ejemplo 5,0 a 8,0 mW/cm^2.

Las LEDs UVC y UVB son aún muy costosas y solo pueden conseguirse en cantidades limitadas y con una intensidad de luz relativamente reducida.

La segunda fuente de luz 4 puede emitir aquí luz en el rango visible (longitud de onda de 400- 780 nm) y/o en el rango infrarrojo (longitud de onda de 780 - 1100 nm). Si la segunda fuente de luz 4 emite luz visible, entonces esta debe ubicarse también por fuera de la luz fluorescente prevista, la cual es provocada a través de la fuente de luz UV 3. La luz fluorescente, del modo usual, puede ubicarse en el azul visible, por tanto en 400 - 500 nm. La segunda fuente de luz 4 - como en este ejemplo - puede estar realizada por ejemplo como lámpara fluorescente (lámpara VIS) con longitudes de onda en el rango visible e infrarrojo de 520 - 1100 nm. En lugar de una lámpara (lámpara VIS) pueden utilizarse también una o varias LEDs de color y/o infrarrojas (línea LED).

Las LEDs, en comparación con las lámparas de tubo, ofrecen varias ventajas:

• capacidad de regulación mejorada de la intensidad
• intensidad más elevada
• son posibles muchos rangos de longitud de onda diferentes y también estrechos
• puede seleccionarse libremente la anchura de iluminación (línea LED) o bien la superficie iluminada a través de la disposición de varias LEDs
• es posible prefijar un perfil de intensidad

La desventaja, al menos de LEDs en el rango UV-C, son los costes de adquisición actualmente elevados y la mayor inversión de difusión en comparación con las luces de tubo.

Las dos fuentes de luz 3, 4 podrían estar dispuestas también en una carcasa común, pero entonces deberían estar separadas una de otra a través de una pared divisora no permeable a la luz.

En el ejemplo concreto en la figura 1, una lámpara UV-C 3 emite radiación UV-C con una intensidad máxima por ejemplo en el caso de una longitud de onda de 254 nm, y se encuentra instalada en la carcasa 1 de modo que la luz UV es guiada a través de un reflector 5 dispuesto detrás de la lámpara UV-C 3, en la dirección hacia los objetos 12. La luz UV puede pasar además un filtro que absorbe una mayor parte de la luz emitida por la lámpara UV-C 3 en el rango visible y, con ello, prácticamente no conduce nada de luz visible en el rango de la longitud de onda de la luz fluorescente, hacia los detectores 7, 8. A saber, si por ejemplo luz azul, desde la lámpara UV-C 3, llegara hasta el detector 7 para luz fluorescente, esta se detectaría como radiación fluorescente cuando la misma se ubicara igualmente en el rango de la luz azul.

La luz VIS emitida por la segunda luz 4 puede igualmente pasar un filtro, el cual absorbe la luz emitida en el rango UV - y fluorescente (< 500 nm).

La carcasa 1 de la lámpara UV-C 3, al menos en el área del paso de luz UV, se compone de un disco de cristal de cuarzo. El cristal de cuarzo presenta una permeabilidad elevada para luz UV-C.

Un disco de cristal de vidrio o placa de un material correspondientemente permeable a la luz, como por ejemplo vidrio normal, vidrio Borofloat ® o plexiglás, puede sin embargo cubrir también el paso de luz de la luz visible.

El disco de cristal 6 se utiliza como tobogán para los objetos 12 que deben analizarse. El mismo - en el estado montado del dispositivo según la invención - presenta una inclinación de aproximadamente 25º con respecto a las verticales. Sobre el mismo, los objetos 12 se deslizan hacia abajo y son iluminados por las dos fuentes de luz 3, 4. Es esencial que los materiales para el tobogán y eventualmente cubiertas para el paso de luz no sean fluorescentes en sí mismos.

La distancia entre la luz fluorescente que debe detectarse y la luz de reflexión que se detecta (desde la segunda fuente de luz 4) debe ser lo más reducida posible (preferentemente de modo coincidente), para que ambos detectores 7, 8; uno para luz fluorescente y el otro para la luz de reflexión, puedan reproducir una imagen lo más coincidente posible de los objetos 12 desplazados. La distancia entre los ejes centrales de los haces de luz (representado con líneas punteadas) de la luz visible/IR o bien de la luz UV, cuando estas salen desde la respectiva carcasa 1, asciende en este ejemplo aproximadamente a 25 mm.

Tanto la luz visible/IR de la lámpara VIS 4, reflectada por los objetos 12, como también la radiación fluorescente inducida eventualmente a través de la luz UV en el rango visible azul, a través de un vidrio protector 11, llegan a la otra carcasa 2 para detectores, donde por una parte está colocado un detector 7 para detectar la luz fluorescente, y donde por otra parte está dispuesto también un detector 8 para detectar la luz de reflexión de la segunda fuente de luz 4.

El vidrio protector 11 se compone de vidrio normal o vidrio Borofloat® y protege el interior de la carcasa 2 de polvo y de radiación UV-C.

El detector 7 para detectar la luz fluorescente es sensible en un rango de longitud de onda de 350-1000 nm, la sensibilidad puede estrecharse aún más a través de filtros, en el rango de longitud de onda relevante. El detector 7 usualmente estará diseñado como cámara. El mismo puede estar diseñado por ejemplo como una así llamada cámara TDI.

Para evitar una interferencia de la detección de la luz fluorescente través de otra fuente de luz en ese rango de

longitud de onda, la segunda fuente de luz 4 puede emitir dentro de lo posible solo luz dentro de ese rango de frecuencia. En la práctica sucede con frecuencia que inclusive fuentes de luz en el rango amarillo o rojo, las cuales por tanto, por definición, "emiten luz en el rango visible o luz IR por fuera del rango de longitud de onda de la luz fluorescente" tienen aún una parte azul, y esa eventualmente debe filtrarse, tal como se explica más arriba en el caso del filtro para la segunda fuente de luz 4.

Para la detección de la luz de reflexión desde la segunda fuente de luz 4, en principio es suficiente con que un detector 8, por lo tanto por ejemplo una cámara, pueda proporcionar al menos una imagen de objetos en matiz gris. En base a ello, por una parte, puede determinarse la ubicación y la forma del objeto 12, la cual es necesaria para separar el objeto del flujo de materiales, eventualmente mediante dispositivos de descarga dispuestos aguas abajo. De manera adicional puede determinarse la superficie reproducida del objeto 12 individual, con la cual se pueden relacionar entonces las áreas fluorescentes del objeto individual.

El detector 8, usualmente una cámara, es sensible por tanto al menos en aquel rango de longitud de onda en el cual la segunda fuente de luz 4 emite luz. En este ejemplo se utiliza una así llamada cámara RGB. En la misma se procesa una señal RGB, por tanto los colores rojo, verde y azul se transmiten o bien almacenan respectivamente en un canal propio.

Para la detección de la luz fluorescente se necesita en principio un detector muy sensible, en general una cámara; en este ejemplo de realización se utilizó una así llamada cámara TDI 7. La misma, al igual que la cámara RGB, contiene un sensor CCD, pero esta contiene elementos TDI (*Time Delay Integration*), los cuales son especialmente sensibles y a pesar de ello proporcionan buenos registros de objetos desplazados.

Ambos detectores 7, 8 disponen de objetivos 9 para regular las propiedades ópticas.

Tanto la luz fluorescente, como también la luz reflectada, dan contra un filtro dicroico 10 que reflecta luz azul, por ejemplo en el rango de longitud de onda de 400-500 nm, del modo más completo posible, así como deja pasar lo más completamente posible luz visible >500 nm (luz reflectada). El haz de luz reflectado es conducido hacia la cámara TDI 7, el haz de luz que ha pasado, hacia la cámara RGB 8.

Los datos detectados se suministran a una unidad de evaluación y de control no representada, la cual efectúa la evaluación de las dos imágenes, asocia los objetos individuales a las diferentes fracciones y controla las unidades de descarga que pasan los objetos hacia los contenedores correspondientes.

En la figura 2 se aplica el procedimiento de iluminación vertical solo para la fuente de luz UV 3, pero el procedimiento a contraluz se aplica para la segunda fuente de luz 4. A diferencia de la figura 1, por tanto, la segunda fuente de luz 4 está dispuesta sobre el otro lado del disco de cristal 6, la luz de la fuente de luz 4 sirve por tanto como iluminación de segundo plano. La realización y la disposición de las fuentes de luz 3, 4 y de los detectores 7, 8 corresponden por lo demás esencialmente a aquellas de la figura 1, pero la segunda fuente de luz NIR 4 emite luz en el rango de 650 - 850 nm y está realizada como línea de LED, el detector 7 para luz fluorescente puede detectar luz visible en el rango de 400 - 650 nm y el detector 8 para la luz para la detección de objetos puede detectar luz roja e infrarroja en el rango de 650 -900 nm.

También sería posible proporcionar dos fuentes de luz UV 3 con diferentes ángulos de radiación, para iluminar mejor los objetos 12, lo cual se representa en la figura 6.

Las figuras 3 y 4 muestran respectivamente reproducciones bidimensionales de objetos 12, los cuales usualmente se generan a partir de líneas monodimensionales de la imagen. Cada detector 7, 8 registra líneas monodimensionales de la imagen, por tanto líneas de la imagen que se extienden transversalmente con respecto a la dirección de movimiento de los objetos 12. Esas líneas de imagen se registran con una tasa de ciclos elevada, mayormente de entre 1 y 20 kHz, y se juntan para forman una imagen bidimensional, en forma de una única imagen o bien de una película continua, del flujo de materiales.

La figura 3 muestra una sección del registro de la imagen de luz fluorescente del flujo de materiales o bien de objetos 12 determinados que se han desplazado en un momento determinado a través del área de detección del detector 7, sobre el tobogán 6 en la figura 1 o bien en la figura 2, por tanto en el plano xy según el sistema de coordenadas marcado en la figura 1, así como en la figura 2. De este modo, la dirección-x corresponde a la dirección de la anchura del tobogán 6 y la dirección-y negativa corresponde a la dirección de movimiento de los objetos 12. La velocidad de movimiento de los objetos 12 se ubica entre 1 y 2 m/s. Las líneas de la imagen se registran de forma continua con una tasa del ciclo de entre 1 y 20 kHz, por el detector 7, y se agrupan, así como se almacenan como sección de registro. Las secciones de registro comprenden entre 100 y 2000 líneas de imagen, de modo que cada

objeto 12 puede observarse en al menos una sección de registro o bien en una imagen sobre el tobogán 6.

También una película de los objetos se divide en secciones, en particular con superposición, y esas secciones son procesan posteriormente por el software de procesamiento de imágenes.

Aquellos puntos en donde se presenta fluorescencia están representados en gris oscuro. Aquellos puntos en donde no se presenta fluorescencia aparecen blancos en ese registro, por tanto el tobogán 6 en sí mismo y aquellos objetos 12 y áreas de objetos 12 que no se componen de materiales fluorescentes, expresado con más precisión, aquellos que no presentan fluorescencia en un rango de longitud de onda que puede ser detectado por el detector 7. Los objetos 12 en sí mismos no pueden observarse en general en la figura 3.

Para definir los objetos puede emplearse la figura 4, la cual muestra una imagen - creada al mismo tiempo - de los objetos 12, donde aquí puede reconocerse al menos la figura geométrica, representada en gris claro. Esa imagen se crea a través de un registro mediante el detector 8.

La creación de la imagen tiene lugar del mismo modo que en el caso del detector 7, por tanto a través de la detección de líneas de imagen monodimensionales y de la agrupación de las líneas de imagen a través de un software de procesamiento de imagen, y con una tasa de ciclos similar, en particular idéntica. Naturalmente se considera conveniente una sincronización de las líneas de imagen de los dos detectores 7, 8; para poder combinar unos con otros los datos de imagen de forma correcta en cuanto al lugar y al tiempo, y para poder procesarlos.

A través de la evaluación de las dos imágenes de la figura 3 y la figura 4, tal como se representa en la figura 5, puede determinarse qué objeto 12 contiene cuántas áreas con fluorescencia, y de qué tamaño y, con ello, mineral deseado o bien material plástico deseado; de manera adicional puede leerse también la intensidad de la fluorescencia. Además pueden determinarse la superficie fluorescente de un objeto (a partir de la primera imagen, figura 3) y la superficie total del objeto (a partir de la segunda imagen, figura 4), y esas superficies pueden relacionarse unas con otras con el fin de una evaluación.

De este modo, por ejemplo todo el objeto 13 se compone de un primer mineral o material plástico, a saber, aquél que presenta fluorescencia en el rango de longitud de onda observado. El objeto 14 se compone completamente de un segundo mineral o material plástico que no presenta fluorescencia en el rango de longitud de onda observado. Por último, el objeto 15 se compone parcialmente de un primer mineral o bien material plástico fluorescente, y parcialmente de un segundo mineral o bien material plástico no fluorescente.

El tiempo de exposición para el detector 7 para la luz fluorescente se ubica por ejemplo en el orden de magnitudes de 100 a 1000 microsegundos, el tiempo de exposición para el detector 8 para la luz visible o IR se ubica en el mismo orden de magnitudes o es más reducido en un factor de una cifra y puede ubicarse también por debajo de 100 microsegundos. De este modo puede alcanzarse una tasa de líneas de imagen más elevada o bien una imagen con resolución.

La figura 6 muestra una variante de una instalación de clasificación según la invención, similar a la figura 2, pero con un dispositivo alternativo para producir un flujo de materiales de una capa. También en la figura 6 se aplica el procedimiento de iluminación vertical para las fuentes de luz UV 3 y el procedimiento a contraluz para la segunda fuente de luz 4. Dos fuentes de luz UV 3 con diferentes ángulos de radiación, dispuestas simétricamente con respecto al eje óptico de los detectores 7, 8 (representado con líneas punteadas), contribuyen a una iluminación mejorada de los objetos 12.

A diferencia de la figura 1 y la figura 2, en la figura 6 el disco de cristal 6 alineado de forma oblicua está diseñado acortado. La iluminación de segundo plano en forma de la fuente de luz 4, expresado con más precisión, el área en dónde incide su luz sobre los objetos 12, así como el área de excitación en dónde la luz UV de la fuente de luz UV 3 incide sobre los objetos 12, se proporciona en la dirección de movimiento de los objetos 12 (desde arriba hacia abajo en la figura 6), después del disco de cristal 6, por tanto debajo del borde inferior de la placa de cristal 6.

Esto ofrece la ventaja de que no se requiere ningún material de placas permeable a la luz, y de que la observación de los objetos 12 en caída libre es más conveniente para las distintas variantes de posicionamiento de fuentes de luz y detectores. En particular sería posible mejor entonces una detección de fluorescencia bilateral, donde podría proporcionarse un detector 7 para luz fluorescente a ambos lados del flujo de materiales, lo cual - en el caso de objetos no permeables a la luz UV - ofrecería a su vez la ventaja de que también puede analizarse la presencia de mineral valioso o bien material plástico valioso del otro lado de los objetos.

La desventaja de la placa acortada reside en el hecho de que los objetos 12 son conducidos más brevemente, lo

cual puede tener un efecto negativo sobre la eficiencia de la descarga, ante todo en el caso de objetos pequeños.

La realización y la disposición de las fuentes de luz 3, 4 y de los detectores 7, 8 corresponden por lo demás esencialmente a aquellas de la figura 2, la segunda fuente de luz NIR 4 emite luz en el rango de 650 - 850 nm y está realizada como línea de LED, el detector 7 para luz fluorescente puede detectar luz visible en el rango de 400 - 650 nm y el detector 8 para la luz para la detección de objetos puede detectar luz roja e infrarroja en el rango de 650 - 850 nm.

En la figura 6 se representa adicionalmente la conexión de los detectores 7,8 hacia una unidad de evaluación y de control 16, usualmente un ordenador que por ejemplo puede tratarse del ordenador central de una instalación de clasificación, y el cual ejecuta el programa informático según la invención. Esa unidad de evaluación y de control 16 agrupa las líneas de imagen de los detectores 7, 8 formando imágenes, y realiza la evaluación según la invención, tal como se explica con relación a las figuras 3-5.

En función de esa evaluación se activan las unidades de descarga, como en este caso una o varias boquillas de soplado 17. Estas se encuentran dispuestas debajo de la placa de vidrio 6 (o bien de un material transparente) y debajo del área en donde se irradian los objetos 12. Objetos 13 (o adicionalmente también objetos 15) que contienen suficiente de un primer mineral, de mineral valioso (o bien de un material plástico deseado), caen sin obstáculos hacia abajo, hacia un área a la derecha de una pared divisora 18. Objetos 14 que no contienen nada (o bien no lo suficiente) de un primer mineral, de mineral valioso (o bien de un material plástico deseado), sino que en su totalidad (o en su mayor parte) se componen de un segundo mineral (o bien material plástico), son soplados través de las boquillas de soplado 17 y son desviados hacia una segunda área, a la izquierda de la pared divisora 18.

También sería posible separar los objetos 12 en tres fracciones, donde los objetos valiosos se dividen además en una fracción con parte elevada de mineral valioso o material plástico deseado, como el objeto 13 en la figura 5, y en una fracción con cantidad reducida de mineral valioso o material plástico deseado, como el objeto 15 en la figura 5.

La figura 7 muestra un diagrama en donde sobre el eje horizontal está marcada la longitud de onda de la luz, en nm, y sobre el eje vertical está marcada la intensidad relativa de la luz. La línea continua representa la luz de excitación A, mientras que la línea discontinua representa la luz fluorescente E. Se representa respectivamente solo el desarrollo de la intensidad que contiene el pico. La representación hace referencia a un material determinado, y se obtiene la intensidad máxima de la fluorescencia en la longitud de onda E_{max}, cuando la excitación tiene lugar con una longitud de onda que corresponde a la punta del pico de excitación A_{max}.

La punta A_{max} del pico de excitación de la luz de excitación A se ubica en este ejemplo en una longitud de onda de 300 nm. Aquellas longitudes de onda en las cuales la intensidad ha descendido a la mitad de la punta A_{max} definen la anchura W_A del pico de excitación. Dentro de esa anchura debe ubicarse la luz de excitación en el procedimiento según la invención para que la luz fluorescente muestre una fluorescencia suficiente, a saber, detectable. Las longitudes de onda que fijan la anchura W_A del pico de excitación son en este caso 280 nm y 320 nm, la anchura $W_A$del pico de excitación asciende por tanto a 40 nm o bien de forma relativa con respecto a la punta A_{max} +/- 20 nm.

La punta E_{max} del pico de fluorescencia de la luz de fluorescencia E se ubica en este ejemplo en una longitud de onda de 350 nm. Aquellas longitudes de onda en las cuales la intensidad ha descendido a la mitad de la punta E_{max} definen la anchura W_E del pico de fluorescencia. Dentro de esa anchura, la luz fluorescente debe detectarse en el procedimiento según la invención, para que se encuentre presente una intensidad suficiente. Las longitudes de onda que fijan la anchura W_E del pico de fluorescencia son en este caso 325 nm y 390 nm, la anchura W_A del pico de excitación asciende por tanto a 65 nm o bien de forma relativa con respecto a la punta E_{max} + 40/- 25 nm.

Ejemplos de pares de picos de excitación y de fluorescencia para materiales determinados, así como para el hecho de que la longitud de onda de la luz fluorescente, en el caso de minerales determinados, puede depender también de los yacimientos de los minerales, pueden observarse en la siguiente tabla.

De este modo, en la primera columna se indica el respectivo material, por tanto el mineral o el material plástico. En la segunda columna se indica la longitud de onda de excitación o bien el rango de longitud de onda de excitación en el cual debe tener lugar una excitación, donde en correspondencia con la figura 7 se indica también la anchura W_A del pico de excitación en forma de una diferencia positiva y negativa con respecto a la longitud de onda de excitación (la punta = el pico principal). En la tercera columna se indica la longitud de onda de emisión (longitud de onda de la luz fluorescente) o bien el rango de longitud de onda de emisión en el cual puede detectarse una fluorescencia, donde en correspondencia con la figura 7 se indica también la anchura W_E del pico de fluorescencia en forma de una diferencia positiva y negativa con respecto a la longitud de onda de emisión (la punta = el pico principal).

Material (mineral, material plástico)	Longitud de onda de excitación o bien rango de longitud de onda de excitación (pico principal +/-delta en el caso del pico principal/2)	Longitud de onda de emisión o bien rango de longitud de onda de emisión (pico principal +/-delta en el caso del pico principal/2)
Scheelita (wolframio) - Austria	254nm	430nm +80 / -50
Fluorita - Alemania	366nm	425nm +20 / -10
Fluorita - Turquía	366nm	500nm +100 / -80
Rubí, corindón - Mozambique	410nm +30 / -30	690nm +10 / -5
	565nm +40 / -50	
Calcita (piedra caliza) - Indonesia	254nm	620nm +50 / -70
	366nm	620nm +40 / -70
Calcita (piedra caliza) - Austria	254nm	440nm +140 / -50
	366nm	560nm +90 / -80
Calcita (piedra caliza) - Noruega	254nm	615nm +65 / -45
	366nm	600nm +60 / -40
Magnesita - Brasil	366nm	640nm +40 / -40
Magnesita - Turquía	254nm	465nm +105 / -75
Apatito (concentración)	254nm	500nm +40 / -35
PET	254nm	400nm +30 / -45
PE-HD	254nm	405nm +35 / -30
PP	254nm	405nm +80 / -30

En algunos materiales, como la calcita, la excitación de la fluorescencia es posible en dos longitudes de onda diferentes, donde por tanto hay dos picos de excitación. Por tanto, entonces, hay un pico de fluorescencia (véase el rubí, el corindón) o del mismo modo dos picos de fluorescencia (véase la calcita).

Si los datos indicados en la tabla para un material determinado que debe clasificarse no fueran aún conocidos (o no lo fueran de forma suficientemente precisa), entonces antes de realizar el procedimiento según la invención debería realizarse una medición espectral con excitación de banda estrecha, por ejemplo en pasos de 1- 10 nm, para establecer las longitudes de onda e intensidades para la luz de excitación y para la luz fluorescente que debe detectarse.

Las longitudes de onda del pico indicadas en la tabla son fluorescentes- activas y son características para fuentes de luz de excitación muy disponibles en la industria.

Lista de referencias:

1 Carcasa para fuente de luz
2 Carcasa para detectores
3 Fuente de luz de excitación(fuente de luz UV (lámpara UV-C))
4 Segunda fuente de luz (lámpara VIS)
5 Reflector
6 Disco de cristal (tobogán)
7 Detector para detectar la luz fluorescente (cámara TDI)
8 Detector para detectar la luz para la detección de objetos (cámara RGB)
9 Objetivo
10 Filtro dicroico
11 Vidrio protector
12 Objeto
13 Objeto compuesto por el primer mineral o bien material plástico
14 Objeto compuesto por el segundo mineral o bien material plástico
15 Objeto que contiene primer y segundo mineral, o bien que contiene primer y segundo material plástico
16 Unidad de evaluación y de control (dispositivo para separar)
17 Boquilla de soplado (dispositivo para separar)
18 Pared divisora (dispositivo para separar)
A Luz de excitación

A_{max}	Punta del pico de excitación
E	Luz fluorescente
E_{max}	Punta del pico de fluorescencia
W_A	Anchura del pico de excitación
W_E	Anchura del pico de fluorescencia

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para separar objetos que contienen minerales u objetos plásticos desde un flujo de materiales de una capa, donde objetos (12) del flujo de materiales se irradian con luz de excitación y la luz fluorescente resultante de ello se detecta en forma de una imagen de los puntos fluorescentes, donde los objetos del flujo de materiales se irradian con luz para la detección de objetos fuera de la luz fluorescente, y la luz de transmisión, después del paso entre los objetos, o la luz de reflexión de los objetos se detecta en forma de una imagen de los objetos individuales, donde un objeto se define como un objeto que contiene al menos un mineral determinado o un plástico determinado cuando luz fluorescente de ese objeto para, al menos, un rango de longitud de onda predeterminado se ubica en un rango de intensidad predeterminado, y donde los objetos definidos de ese modo se separan de otros objetos del flujo de materiales.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la luz de excitación es luz UV.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la luz de excitación es luz visible.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la luz para la detección de objetos comprende luz UV adicional y/o luz visible y/o luz IR.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la luz de excitación se utiliza como luz para la detección de objetos.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** la luz fluorescente, por una parte, y la luz de transmisión o de reflexión de la luz para la detección de objetos, por otra, se detectan con el mismo detector en forma de una imagen común.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la imagen de un objeto se divide en varias subáreas y una subárea se define como una subárea que contiene un mineral determinado o bien un plástico determinado cuando la luz fluorescente desde esa subárea se ubica en un rango de longitud de onda y de intensidad predeterminado.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** un objeto se define como un objeto que contiene un mineral determinado o bien un plástico determinado, cuando la suma de las subáreas que contienen el mineral determinado o bien el plástico determinado, con relación a una superficie de referencia, como la superficie total de la imagen del objeto, supera un valor umbral predeterminado de la intensidad.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** debido a la intensidad de la luz fluorescente en el rango de intensidad determinado previamente para objetos que contienen un mineral determinado o bien un plástico determinado, se efectúa otra división de esos objetos con respecto al contenido de minerales o bien al contenido de plástico.

10. Instalación de separación para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, donde la misma comprende al menos:

- una fuente de luz de excitación (3) con la cual puede iluminarse un flujo de materiales de una capa de objetos (12),
- un primer detector (7) para detectar la luz fluorescente generada a través de la fuente de luz de excitación (3) en el objeto (12), en forma de una imagen,
- un dispositivo para crear una imagen de los objetos individuales (12),
- un dispositivo (6) para producir un flujo de materiales de una capa de objetos (12), con el cual el flujo de materiales puede pasar delante de la fuente de luz de excitación (3), así como
- un dispositivo (16-18) para separar, el cual define un objeto (13) como objeto que contiene un mineral determinado o bien un plástico determinado y lo separa de otros objetos (14) del flujo de materiales cuando la luz fluorescente de ese objeto (13), para al menos un rango de longitud de onda predeterminado, se ubica en un rango de intensidad predeterminado.

11. Instalación de separación según la reivindicación 10, **caracterizada porque** el dispositivo para crear una imagen de los objetos (12) individuales comprende lo siguiente:

- una segunda fuente de luz (4), que puede emitir luz UV y/o luz visible y/o luz IR por fuera de la luz fluorescente, y/o
- un segundo detector (8) para detectar la luz de transmisión de la eventualmente segunda fuente de luz (4) o de la fuente de luz de excitación (3), después del paso entre los objetos (12), o para detectar la luz de reflexión de los

objetos (12) irradiados a través de la eventualmente segunda fuente de luz (4) o de la fuente de luz de excitación (3).

12**.** Instalación de clasificación según la reivindicación 11, **caracterizada porque** la fuente de luz de excitación (3) y el primer detector (7) se encuentran en el mismo lado del flujo de materiales.

13**.** Instalación de clasificación según una de las reivindicaciones 11 a 12, **caracterizada porque** el segundo detector (8) es un detector para luz UV.

14**.** Instalación de clasificación según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada porque** se proporciona una segunda fuente de luz (4) que puede emitir luz visible y/o luz IR.

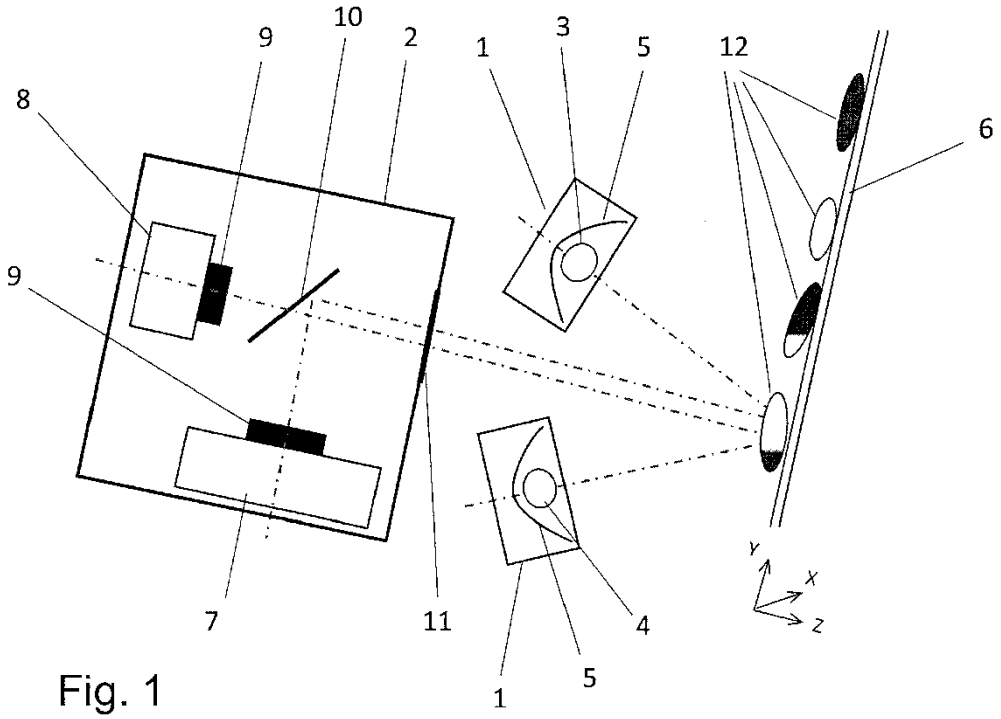

Fig. 1

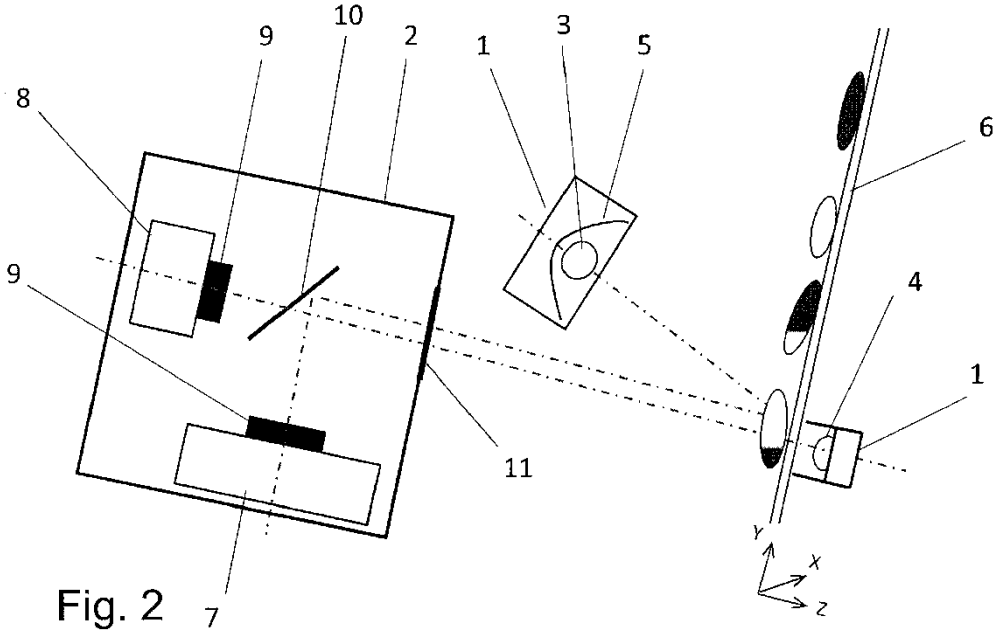

Fig. 2

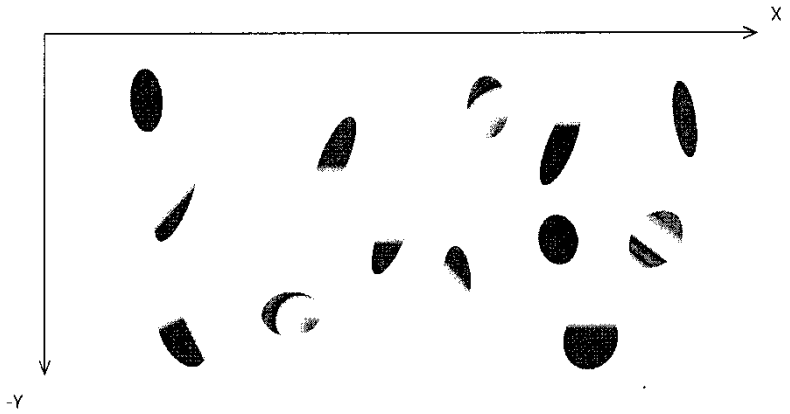

Fig. 3

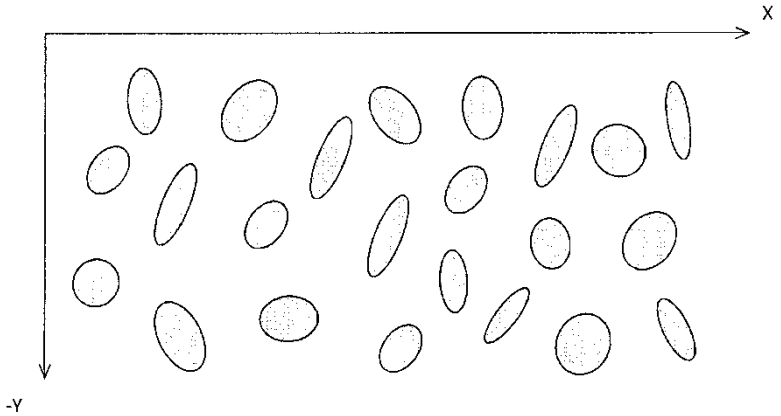

Fig. 4

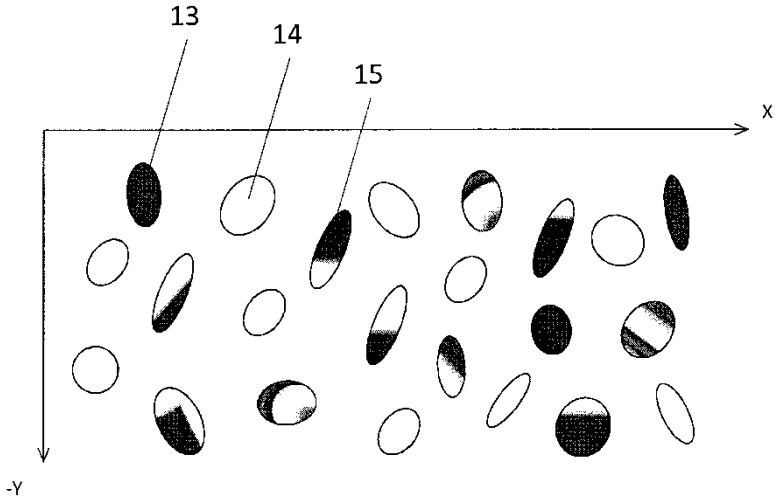

Fig. 5

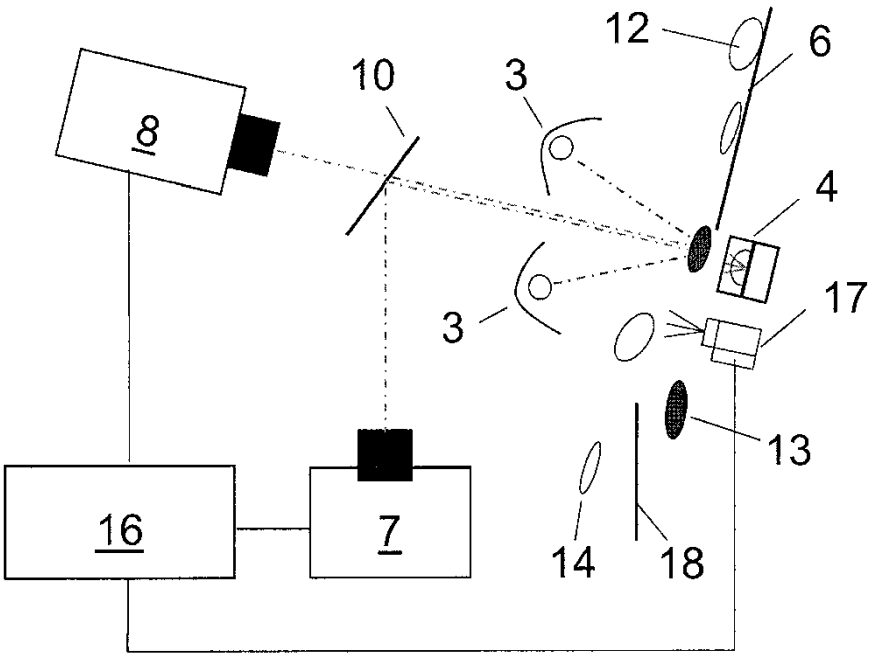

Fig. 6

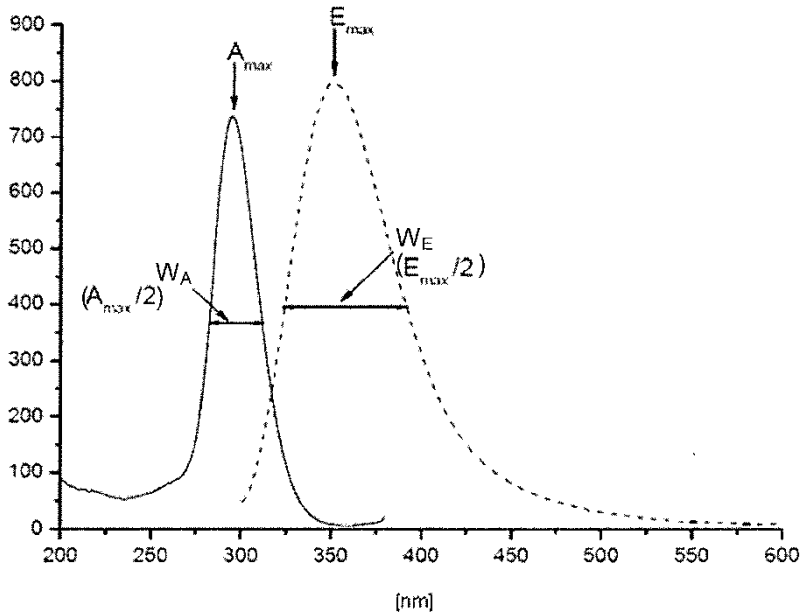
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
200
250
300
350
400
450
500
550
600
[nm]
A_{max}
E_{max}
W_A
$(A_{max}/2)$
W_E
$(E_{max}/2)$

Fig. 7