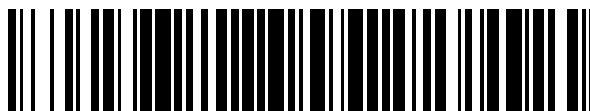


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 845**

51 Int. Cl.:

B07C 5/34 (2006.01)

B07C 5/342 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09450021 .2**

96 Fecha de presentación: **28.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2085154**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.08.2009**

54 Título: **Procedimiento, dispositivo de iluminación y sistema para la clasificación espectral**

30 Prioridad:
31.01.2008 AT 1482008

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.11.2012

73 Titular/es:
**KULCKE, AXEL (100.0%)
KROBOTEK 86
8382 WEICHELBAUM, AT**

72 Inventor/es:
KULCKE, AXEL

74 Agente/Representante:
SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 390 845 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento, dispositivo de iluminación y sistema para la clasificación espectral

5 La invención se refiere a un procedimiento conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

10 El tratamiento y la clasificación de materiales a granel con cámaras de color (fundamentalmente cámaras de líneas de color) es un método corriente. Una variante de ejecución habitual se describe en el documento AT410847. También el documento EP 0734789A3 describe esta tecnología. Con ello se usan diferentes tecnologías de cámara, en especial cámaras de líneas con filtro de color RGB (rojo-verde-azul) secuenciales, cámaras de líneas con filtro de color RGB trilineales o también cámaras de 3 chips. La resolución local y temporal del sistema es actualmente de al menos 1.000 puntos de enfoque y 1 kHz de frecuencia de líneas por sistema sensor.

15 Estas tecnologías de cámara se usan también en el campo del reciclado. Mediante la clasificación al trasluz se tratan predominantemente vidrio y productos plásticos transparentes. Asimismo se usan aparatos con excitadores y sensores ópticos aislados en el margen NIR para la clasificación de materiales parásitos no transparentes como cerámica, piedras y porcelana (KSP). Estos presentan en la práctica un buen reconocimiento, pero no permiten una clasificación de colores y tienen una baja resolución local.

20 En la tecnología de cámara de color son precisamente las etiquetas un gran obstáculo, de tal modo que se usan incluso métodos mecánicos complejos, como se describen en el documento AT503036B1, o métodos químicos húmedos para la extracción. Asimismo los sistemas actuales presentan, en el caso de vidrio de color oscuro y grueso (objetos abombados con muchas aristas de fractura), una transmisión tan baja que se clasifican como materiales parásitos no transparentes, lo que genera muchos desechos de material. A causa de estos problemas los sistemas actuales presentan una elevada sobre-clasificación y, de este modo, unas características de clasificación económicamente insuficientes. Una combinación con aparatos basados en NIR es poco posible, ya que entonces el vidrio o bien no puede clasificarse según el color o durante el proceso de tratamiento se producen circuitos indeseados.

30 Del documento US 6 137 074 A se conocen un dispositivo y un procedimiento para clasificar vidrio, en donde se detectan transmisiones en el margen visible y en el margen infrarrojo.

35 El documento EP 0 727 260 A hace patente un procedimiento para clasificar granos, en donde se usan dos fuentes luminosas.

El documento WO 2007/110672 A1 se refiere a un análisis de vidrio, en donde se realizan una toma de campo claro y una toma de campo oscuro, en donde para las dos tomas se utilizan fuentes luminosas con diferentes longitudes de onda.

40 La tarea de la invención consiste por ello en indicar un procedimiento de la clase citada al comienzo, con el que puedan evitarse los inconvenientes citados, con el que puede garantizarse una clasificación fiable con pocos desechos a causa de una sobre-clasificación y que pueda llevarse a cabo de forma sencilla y económica.

45 Esto es resuelto conforme a la invención mediante las particularidades de la reivindicación 1.

Por medio de esto se obtiene la ventaja de que los materiales transparentes pueden reconocerse y clasificarse a pesar de estar afectados por etiquetas. Asimismo puede reconocerse de forma fiable vidrio de color oscuro y grueso. Con ello pueden reconocerse de forma fiable incluso objetos abombados con muchas aristas de fractura, que producen una elevada dispersión de la luz incidente.

50 Mediante la mejor identificación de las mercancías en piezas puede conseguirse también a continuación una mejor clasificación.

55 La invención se refiere además a una unidad de iluminación, con la que el procedimiento conforme a la invención puede llevarse a cabo de forma especialmente sencilla y a un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento.

Las reivindicaciones subordinadas, las cuales al igual que las reivindicaciones independientes forman parte al mismo tiempo de la descripción, se refieren a otras configuraciones ventajosas de la invención.

60 La invención se describe con más detalle con base en los dibujos adjuntos, en los que se han representado solamente formas de ejecución preferidas a modo de ejemplo. Con ello muestran:

65 la figura 1 una representación esquemática de un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención para la clasificación espectral;
la figura 2 curvas de transmisión frente a longitudes de onda;

la figura 3 una representación esquemática de un dispositivo con la utilización de un sensor monocromático;
 y
 la figura 4 una representación esquemática de la estructura de una ejecución ventajosa de una unidad de iluminación.

5

En la figura 1 se ha representado esquemáticamente un dispositivo para la clasificación espectral de materiales a granel 9 transparentes y semitransparentes con una unidad de iluminación 2 y un sensor 1, en donde el sensor 1 está configurado para la recepción de señales de transmisión. La unidad de iluminación 2 está configurada para una iluminación con longitudes de onda λ prefijables, en donde una iluminación con estas longitudes de onda λ puede llevarse a cabo discretamente de forma temporal o local.

10

El sensor 1 puede ser un sensor monocromático, el cual puede estar configurado en especial como cámara. Aquí aparecen como ventajosas en especial cámaras de superficie o cámaras de líneas. La resolución local y temporal del sensor 1 puede ser de al menos 1.000 puntos de enfoque y de al menos 1 kHz de frecuencia de líneas, en donde son siempre posibles mayores frecuencias de líneas. La frecuencia de líneas puede estar situada por ejemplo en un margen de entre 4 y 20 kHz. Con un sensor 1 monocromático puede proporcionarse una configuración sencilla y fiable del sensor 1.

15

A través del espacio entre la unidad de iluminación 2 y el sensor 1 está previsto que se conduzca la corriente de material.

20

Una instalación de valoración está unida por el lado de entrada al sensor 1 y por el lado de salida a una instalación de clasificación, en donde la instalación de clasificación – según se mira en la dirección de la corriente de material – está dispuesta a continuación del sensor 1.

25

En el caso del procedimiento para la clasificación espectral de materiales a granel 9 transparentes y semitransparentes, los materiales a granel 9 son desplazados a través de una corriente de material entre la unidad de iluminación 2 y el sensor 1, en donde la unidad de iluminación 2 lleva a cabo de forma discreta la iluminación con longitudes de onda λ prefijables temporal o localmente, el sensor 1 recibe señales de transmisión, las señales de transmisión se valoran y los materiales a granel 9 se clasifican conforme a la valoración.

30

Una ejecución ventajosa del procedimiento se refiere a la clasificación de vidrio de desecho.

Las características espectrales de todos los materiales pertinentes en la práctica se conocen hoy en día. Por ello, mediante una medición espectral precisa puede llegarse a una asociación de material muy fiable. En la práctica esto se limitará razonablemente para conseguir la necesaria resolución de clasificación. Por ello aparece como importante para una valoración y una clasificación, por un lado que no sólo sea conocida la transmisión total del material, sino sobre todo las relaciones de absorción en el caso de diferentes márgenes de longitudes de onda. Asimismo la transmisión debe seguir siendo tan elevada, que sea posible una valoración técnica. Sin embargo, esto no se produce o sólo de forma insuficiente en muchos márgenes espectrales, en el caso de diferentes espesores de material y concentraciones de pigmentos. De este modo aparece como conveniente integrar márgenes espectrales en los que se produzca una transmisión elevada, y usar para la evaluación márgenes en los que se produzca una transmisión reducida o nula.

35

40

En el caso de la iluminación con la unidad de iluminación 2 aparece como ventajoso que se prefijen al menos una longitud de onda λ de la iluminación en el margen UV, al menos una longitud de onda λ en el margen VIS y al menos una longitud de onda λ en el margen NIR. Con ello pueden separarse de forma fiable sustancias extrañas en el caso de los materiales a granel 9. En el caso de una elección adecuada de las longitudes de onda λ puede ser también posible una diferenciación en dos o más materiales y, dado el caso, sustancias extrañas. Una posible aplicación puede ser la clasificación de materiales sintéticos. Con ello pueden alcanzarse de forma análoga las ventajas citadas más adelante – con excepción de una clasificación completa según el color.

50

Si se prefijan al menos tres longitudes de onda λ en el margen VIS, puede establecerse fácilmente el color de los materiales a granel 9 en el margen visible. Esto aparece como apropiado en especial en el caso de clasificación de vidrio de desecho. Con ello puede proporcionarse un procedimiento de clasificación espectral de alta resolución de materiales a granel 9 (semi)transparentes, en el que se valoran al menos cinco márgenes de longitudes de onda en UV-VIS-NIR para la caracterización de color y material. Esta valoración puede realizarse mediante el sensor 1, por ejemplo una cámara monocromática, que puede ser una cámara de superficie o líneas, y fuentes luminosas monocromáticas pulsadas local o de forma ventajosa temporalmente, integradas en la unidad de iluminación 2. Con ello con el sensor 1 pueden explorarse al menos cinco márgenes espectrales y valorarse según criterios de color y material. Las longitudes de onda λ están situadas aquí en el margen visible (VIS) para la valoración de color y en los márgenes ultravioleta (UV) e infrarrojo próximo (NIR) para la valoración de material, con base en las características de transmisión de las muestras de clasificación.

55

60

Las características espectrales en el margen UV-VIS-NIR de todos los materiales pertinentes en la práctica son conocidas hoy en día. Por ello, mediante una medición espectral precisa puede lograrse una asociación de material

65

muy fiable. En especial en el caso de longitudes de onda λ en el margen NIR puede aprovecharse el hecho de que los pigmentos de color de muestras transparentes tienen una menor influencia y de que la transmisión de papel, que es un frecuente material parásito a la hora de clasificar vidrio de desecho, es más elevada.

5 Las cámaras RGB habituales no presentan ninguna posibilidad de diferenciación entre objetos amarillos y marrón hoja, ya que su resolución espectral en el margen espectral está limitada a dos canales laterales, precisamente verde y rojo.

10 Los fragmentos verde oscuro no presentan en los márgenes espectrales azul y rojo ninguna transmisión y en el verde una tan reducida, que técnicamente con frecuencia es necesario asociarlos a un material parásito no transparente. En los márgenes UV y NIR, sin embargo, presentan una elevada transparencia, de tal modo que pueden diferenciarse de cerámica y piedras. En el caso de etiquetas de papel aumenta también la transmisión en el margen NIR, de tal modo que incluso fragmentos afectados por etiquetas pueden reconocerse más fácilmente que estos. Además de esto los pigmentos de fragmentos de vidrio de color oscuros en el margen NIR presentan una mayor transmisión, de tal modo que también aquí es posible una evaluación sencilla. Los materiales parásitos como KSP y metales, sin embargo, no presentan en el margen espectral total ninguna transmisión. Por ello puede realizarse en especial mediante la utilización de longitudes de onda λ en los márgenes UV, VIS y NIR una asociación fiable de los materiales a granel 9 y conseguirse una clasificación eficiente.

20 En el caso de otras formas de ejecución también puede estar previsto que se prefijen más de tres longitudes de onda λ en el margen VIS, con lo que la determinación de los colores puede mejorarse adicionalmente y, en especial para colores que se presentan con frecuencia, puede garantizarse una posibilidad de reconocimiento especialmente buena.

25 En la figura 2 se han representado curvas de transmisión τ frente a la longitud de onda λ . Para un reconocimiento de las características de material de los objetos es necesario tomar y valorar, de forma ventajosa, al menos una longitud de onda λ en el margen UV, tres longitudes de onda λ en el margen visible para la valoración de colores y al menos una en el margen NIR. Otra diferenciación es posible a través de longitudes de onda λ adicionales. De este modo una longitud de onda λ adicional entre verde y rojo puede hacer posible una diferenciación entre fragmentos amarillos y marrones hoja.

30 En la figura 2 se han representado las curvas de transmisión τ de dos diferentes materiales como curvas continuas para la longitud de onda λ . Asimismo se han representado seis barras verticales, las cuales representan posibles longitudes de onda λ prefijables. A causa de los valores con estas longitudes de onda λ prefijables, pueden diferenciarse de forma sencilla y fiable los dos materiales representados.

35 En el caso de determinados materiales, por ejemplo determinados materiales sintéticos, es razonable usar más longitudes de onda λ en el margen UV o NIR.

40 En el caso de un ejemplo de ejecución del procedimiento de clasificación se utiliza una longitud de onda λ UV de 370 nm, longitudes de onda λ visibles de 460 nm, 530 nm y 630 nm, y una longitud de onda λ NIR de 940 nm.

45 Aparece como ventajoso que las longitudes de onda λ se seleccionen desde el margen de sensibilidad de sensores de cámara sobre base CMOS o CCD, con lo que normalmente están limitadas al margen de entre 300 nm y 1.200 nm, en especial de entre 350 nm y 1.050 nm.

50 En el caso de la unidad de iluminación 2 pueden separarse local o temporalmente los márgenes espectrales asociados a las longitudes de onda λ prefijables. Como medios luminosos 3 pueden usarse de forma preferida LEDs de alta potencia, es decir LEDs que sean mayores que o aproximadamente igual a 1 mm², que están disponibles en el margen espectral de entre 300 nm y 1.200 nm en un escalonamiento central de longitudes de onda de aproximadamente 20 nm.

55 En el caso de utilizarse un sensor 1, que sea monocromático, aparece como conveniente separar local o temporalmente las tomas asociadas a las longitudes de onda λ prefijables. Esto se ha representado esquemáticamente en la figura 3, en donde están simbolizadas diferentes longitudes de onda λ mediante diferentes escalas de gris. Las barras pueden considerarse una secuencia ya sea local o temporal, con lo que la separación local, respectivamente temporal, está representada simbólicamente.

60 En el caso de ambas posibilidades, son apropiados como sensor 1 sensores de cámara de superficie. En el caso de usarse un sensor de líneas sólo aparece como conveniente la separación temporal, en donde las líneas monocromáticas se toman secuencialmente y mediante interpolación pueden superponerse por líneas las señales monocromáticas.

65 En el caso de cámaras de superficie son ventajosos sensores 1 basados en CMOS, ya que las regiones de lectura pueden ajustarse aquí y no es necesario leer todo el sensor. En el estado actual de la técnica puede usarse por ejemplo un sensor CMOS con 2.200 x 3.000 píxeles.

En el caso de una separación local pueden separarse las regiones de iluminación en el sistema de clasificación en la orientación del material y limitarse a éstas las regiones de toma sobre el sensor 1. A continuación puede llevarse a cabo una superposición temporal de las imágenes parciales.

5

La ejecución más ventajosa aparece como la separación temporal de las señales. Las iluminaciones LED pueden destellar muy rápidamente, en donde destellos de luz aislados pueden durar solamente unos pocos microsegundos. De este modo pueden tomarse imágenes parciales secuenciales de los objetos que pasan, con diferentes longitudes de onda λ , en el mismo punto. Debido a que se conocen los momentos exactos de los destellos de luz, estas imágenes parciales espectrales pueden componerse temporalmente.

10

Para la estructura de una ejecución ventajosa de una unidad de iluminación 2 se propone el uso de chips LED UV (370 nm o 405 nm), rojos (normalmente 630 nm), verdes (normalmente 530 nm) y azules (normalmente 460 nm) y NIR (normalmente 840 ó 940 nm) (normalmente tecnología de AlGaInP e InGaN) sin capa de conversión de color. En la figura 4 se ha representado una disposición ventajosa. Con ello se han integrado de forma preferida los cinco chips LED, juntos de forma muy estrecha, en un módulo LED 31. Alternativamente, para aumentar todavía más la densidad lumínica puede usarse la tecnología chip on board sobre placas de circuito impreso estándar, de núcleo magnético o cerámicas. Las unidades de iluminación LED pueden usarse en una fila o en varias filas para amplificar la iluminación.

15

20

Son posibles una disposición de los LEDs en las paredes laterales 6 y un azogado de las restantes superficies.

Para la clasificación de vidrio son hoy en día habituales sistemas de iluminación directos, los cuales representan una iluminación de campo claro. Con ello es diferente el porcentaje entre iluminación directa y difusa. Para utilizarse en el margen de clasificación de vidrio se valoran objetos rotos y moldeados, los cuales están caracterizados por las siguientes características: los fragmentos presentan por un lado aristas de fractura vivas en todas las direcciones y, con frecuencia, no tienen en el objeto ninguna superficie paralela al plano sino en forma de lente. Asimismo los pigmentos están introducidos en el volumen y las superficies están ocupadas con frecuencia por etiquetas o suciedades.

25

30

En una iluminación de campo claro, precisamente con un elevado porcentaje directo, estas características descritas generan grandes problemas a la hora de valorar objetos. Una iluminación de campo oscuro pura tampoco es ventajosa técnicamente, ya que aquí no es posible un ajuste continuado de la cámara.

35

La iluminación está configurada como iluminación de campo oscuro parcial. Una iluminación de campo oscuro parcial es una iluminación que comprende tanto una iluminación de campo oscuro como una iluminación de campo claro.

40

Por ello se propone la disposición descrita que tiene un alto porcentaje de iluminación directa (campo oscuro), pero a través del difusor 5 delantero de cierre también un menor porcentaje de iluminación de campo claro. La iluminación de campo oscuro se materializa por medio de que las unidades de iluminación 2 están situadas por fuera de la ventana 11 del sensor 1 y de que el sensor 1 mira directamente hacia una tira 4 oscura en la unidad de iluminación 2. La luz de los LEDs se homogeniza a través de paredes 6 altamente reflectantes de forma especular o difusa, por ejemplo chapas de aluminio anodizadas, y es conducida hasta el plano de salida de la unidad de iluminación 2. Allí está aplicado el difusor 5, que genera el porcentaje de campo claro de la unidad de iluminación 2. Este difusor 5 es necesario en la práctica, ya que la región en la que se mueven los objetos está muy sucia y de este modo cabe esperar, para cada clase de iluminación, un porcentaje difuso variable adicional a causa de las suciedades.

45

50

Mediante la dispersión sobre el difusor 5 el sensor 1 recibe un porcentaje constante de luz. De este modo el sensor 1 puede ajustarse también a largo plazo a la luz y al color. El difusor 5 puede cubrirse con una cubierta 7 transparente en todo el margen espectral, para proteger la unidad de iluminación 2.

55

Mediante la ejecución compacta de la unidad de iluminación 2 y el uso eficiente de los elementos iluminantes 3 puede realizarse una refrigeración pasiva 9 sobre materiales de fijación térmicamente conductores.

60

La ventana 11 del sensor 1 puede estar orientada hacia una región de observación 4 de la unidad de iluminación 2, en donde todos los elementos iluminantes 3 de la unidad de iluminación 2 están dispuestos por fuera de la región de observación 4 y en donde el porcentaje de campo claro de la iluminación de campo oscuro parcial se produce, mediante un elemento pasivo difusor de luz 5, en el lado de la unidad de iluminación 2 vuelto hacia el sensor 1.

65

Una configuración especialmente ventajosa de la unidad de iluminación 2 comprende varios elementos iluminantes 3, la región de observación 4 para cooperar con la ventana 11 del sensor 1, en donde todos los elementos iluminantes 3 están dispuestos por fuera de la región de observación 4, y el elemento pasivo difusor de luz 5 para configurar el porcentaje de campo claro de la iluminación de campo oscuro parcial. Con ello el sensor 1 no ve los elementos iluminantes 3 directamente en la trayectoria de los rayos, sino que se produce una iluminación directa sólo a través del difusor 5.

El elemento difusor de luz 5 puede estar configurado con vidrio o material sintético. Con ello el elemento difusor de luz 5 está satinado de forma preferida superficial o volumétricamente y presenta solamente unas pérdidas por absorción reducidas.

5

El espacio entre los elementos iluminantes 3 y el elemento difusor de luz 5 puede estar limitado por delimitaciones laterales 6, en donde las delimitaciones laterales 6 están configuradas con alta reflexión de forma especular o difusa, con lo que puede conseguirse una buena homogenización de la iluminación de campo oscuro. Asimismo puede garantizarse que un alto porcentaje de la energía luminosa alcance el sensor 1, con lo que puede mantenerse lo más reducida posible la potencia necesaria de la unidad de iluminación 2 y alcanzarse un elevado grado de eficacia.

10

Conforme disminuyen los tiempos de toma del sensor 1, en especial en el caso de mayores frecuencias de líneas, se necesitan tiempos de iluminación cada vez menores y de este modo mayores densidades lumínicas. Por ejemplo, con tubos de material luminoso o elementos iluminantes térmicos sólo pueden conseguirse difícilmente densidades lumínicas para sistemas con frecuencias de líneas de 4-20 kHz.

15

Para los elementos iluminantes 3 pueden utilizarse LEDs, con lo que puede proporcionarse una elevada densidad lumínica. Un sistema de iluminación basado en LED se describe en el documento AT004889U1.

20

En el documento DE202004019684U1 se describe una ejecución para aumentar la intensidad luminosa.

Los sistemas con LEDs pueden trabajar con LEDs estándar, en donde se contemplan como estándar la tecnología de chip de 0,3 mm, ópticas de haces de rayos y sobre todo la generación de luz blanca con chip LED azul y colorante fluorescente amarillo mixto (LEDs de luz blanca). La densidad lumínica puede aumentarse mediante la utilización de LEDs de alta potencia (chip LED de 1 mm o mayor). Mediante la conversión de color, esta clase de iluminación no exige sin embargo en general refrigeración activa, que puede materializarse por ejemplo con refrigeraciones por agua.

25

Puede estar previsto que con la unidad de iluminación 2 se generen destellos de luz monocromáticos, en donde se generan destellos de luz secuenciales en todas las longitudes de onda λ prefijables. Con ello puede repetirse una secuencia predeterminada de las longitudes de onda prefijables en un bucle sinfín durante la ejecución del procedimiento.

30

Las etiquetas se iluminan de este modo indirectamente. Las aristas de fractura y los moldes en forma de lente tiene una intensidad de señal claramente mayor, a causa de la "iluminación de campo oscuro parcial" indirecta. Por ello se diferencia el papel de los materiales no transparentes (cerámica y piedras). La porcelana, que puede ser algo blanca y semitransparente en el volumen, entra dentro de un margen de intensidad de color propio. Con relación a una valoración de objetos puede llevarse a cabo de este modo una diferenciación. Precisamente pueden reconocerse etiquetas sobre vidrios de color mediante la combinación de papel blanco con los pigmentos de color volumétricos. Los fragmentos de color oscuros y gruesos producen, a causa del elevado porcentaje de iluminación de campo oscuro, señales de color muy intensas.

35

40

La valoración basada en color y material de las señales de transmisión muy intensas a causa de la iluminación de campo oscuro parcial hace posible, de este modo, una clasificación muy efectiva y precisa de materiales a granel semitransparentes.

45

Otras formas de ejecución conforme a la invención presentan solamente una parte de las particularidades descritas, en donde puede estar prevista cualquier combinación de particularidades, en especial también de diferentes formas de ejecución descritas.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la clasificación espectral de materiales a granel (9) transparentes y semitransparentes, en donde los materiales a granel (9) son desplazados a través de una corriente de material entre una unidad de iluminación (2) y un sensor (1), en donde la unidad de iluminación (2) lleva a cabo de forma discreta una iluminación con longitudes de onda (λ) prefijables temporal o localmente, en donde el sensor (1) recibe señales de transmisión, en donde las señales de transmisión se valoran y los materiales a granel (9) se clasifican conforme a la valoración, caracterizado porque la iluminación está configurada como iluminación de campo oscuro parcial.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos una longitud de onda (λ) de la iluminación se prefija en el margen UV, al menos una longitud de onda (λ) en el margen VIS y al menos una longitud de onda (λ) en el margen NIR.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque al menos tres longitudes de onda (λ) de la iluminación se prefijan en el margen VIS.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la ventana (11) del sensor (1) está orientada hacia una región de observación (4) de la unidad de iluminación (2), porque todos los elementos iluminantes (3) de la unidad de iluminación (2) están dispuestos por fuera de la región de observación (4), y porque un porcentaje de campo claro de la iluminación de campo oscuro parcial se produce, mediante un elemento pasivo difusor de luz (5), en el lado de la unidad de iluminación (2) vuelto hacia el sensor (1).
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque como sensor (1) se utiliza un sensor monocromático.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la unidad de iluminación (2) genera destellos de luz monocromáticos, en donde se generan destellos de luz secuenciales en todas las longitudes de onda (λ) prefijables.
- 35 7. Unidad de iluminación (2) para un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6 para cooperar con un sensor óptico (1), que comprende varios elementos iluminantes (3) y una región de observación (4) para cooperar con la ventana (11) del sensor (1), caracterizada porque todos los elementos iluminantes (3) están dispuestos por fuera de la región de observación (4), y porque la unidad de iluminación (2), para configurar una iluminación de campo oscuro parcial, presenta un elemento pasivo difusor de luz (5) para configurar un porcentaje de campo claro.
- 40 8. Unidad de iluminación según la reivindicación 7, caracterizada porque el elemento difusor de luz (5) de vidrio o material sintético está configurado, satinado superficial o volumétricamente, con unas pérdidas por absorción reducidas.
- 45 9. Unidad de iluminación según la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque el espacio entre los elementos iluminantes (3) y el elemento difusor de luz (5) está limitado por delimitaciones laterales (6), y porque las delimitaciones laterales (6) están configuradas con alta reflexión de forma especular o difusa, para la homogenización de la iluminación de campo oscuro.
- 50 10. Unidad de iluminación según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizada porque está configurada, para una iluminación discreta temporal o localmente, con longitudes de onda (λ) prefijables.
- 55 11. Unidad de iluminación según la reivindicación 10, caracterizada porque al menos una de las longitudes de onda (λ) prefijables está en el margen UV, porque al menos una, preferentemente al menos tres, de las longitudes de onda (λ) prefijables está en el margen VIS, y porque al menos una de las longitudes de onda (λ) prefijables está en el margen NIR.
- 60 12. Unidad de iluminación según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizada porque los elementos iluminantes (3) son LEDs.
13. Dispositivo para la clasificación espectral de materiales a granel (9) transparentes y semitransparentes, con una unidad de iluminación (2) y un sensor (1) para la toma de señales de transmisión, caracterizado porque la unidad de iluminación (2) está configurada conforme a una de las reivindicaciones 7 a 12.
14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque el sensor (1) es un sensor monocromático.

Fig. 1

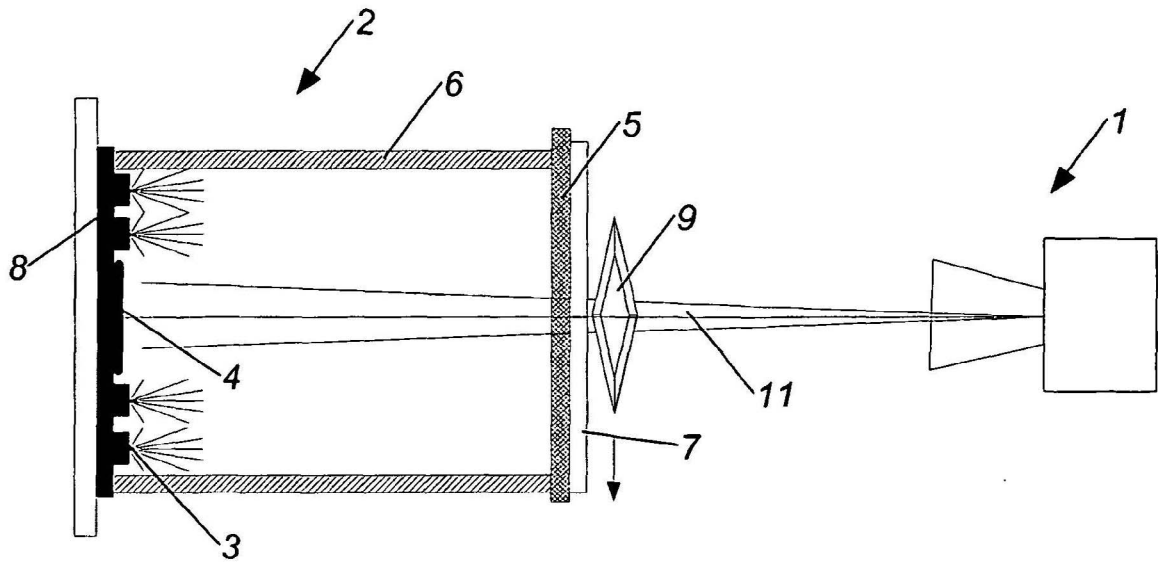


Fig. 2

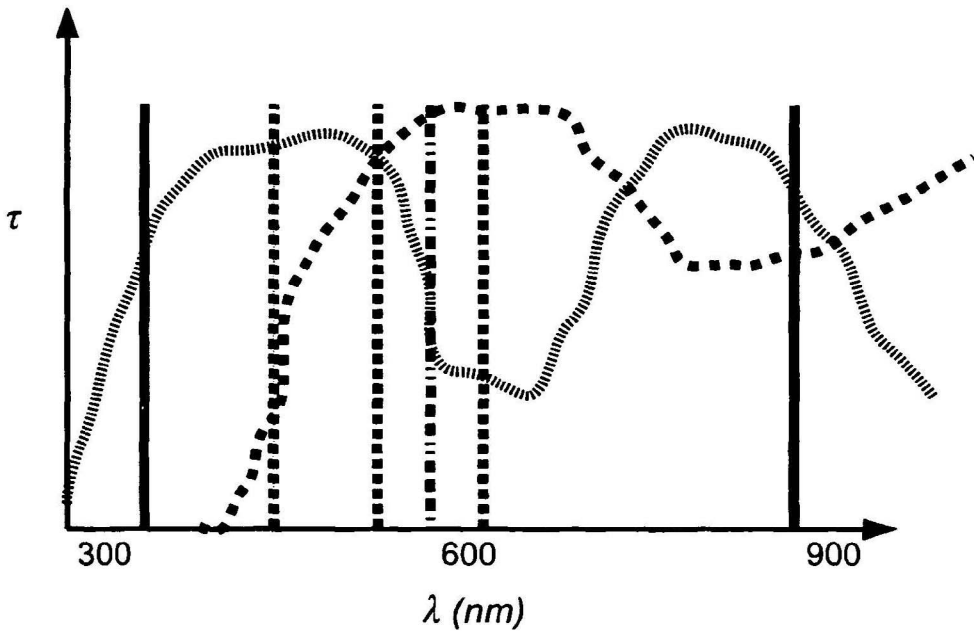


Fig. 3

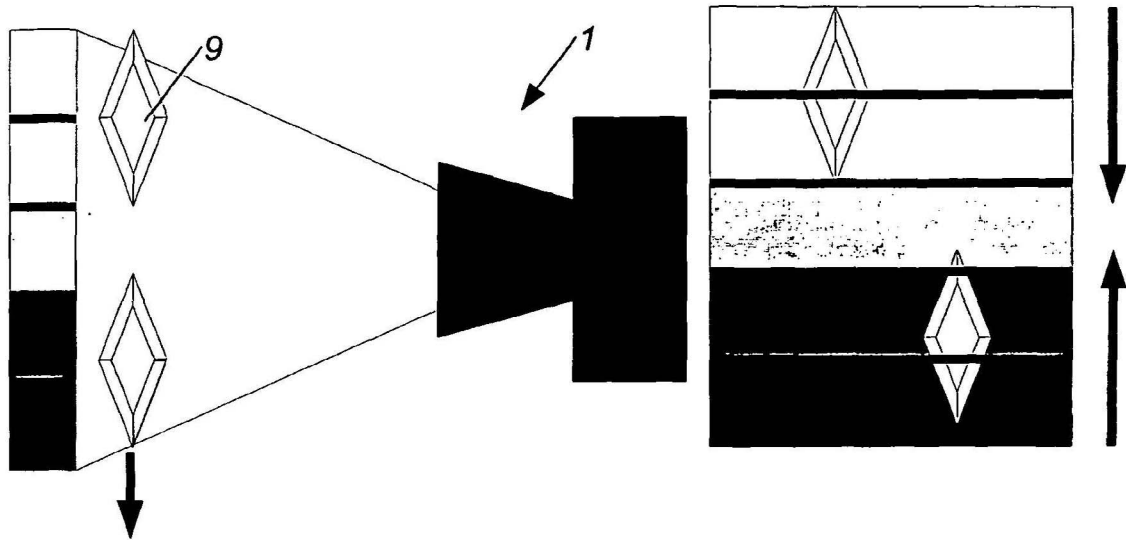


Fig. 4

