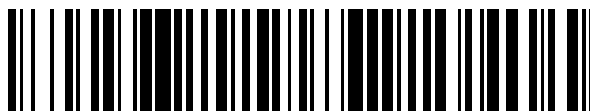


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 398**

51 Int. Cl.:

B07C 5/342 (2006.01)

B07C 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2010** **E 10015430 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013** **EP 2335837**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para separar pedazos pesados producidos con composiciones no deseadas**

30 Prioridad:

08.12.2009 DE 102009057119

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2013

73 Titular/es:

TOMRA SORTING GMBH (100.0%)
Otto-Hahn-Str. 6
56218 Mülheim-Kärlich, DE

72 Inventor/es:

HARBECK, HARTMUT y
REHRMANN, VOLKER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 427 398 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

Dispositivo y procedimiento para separar pedazos pesados producidos con composiciones no deseadas.

La invención concierne a un procedimiento y a un dispositivo para separar pedazos pesados producidos con composiciones no deseadas y dotados de una composición variable, por ejemplo obtenidos a partir del producto de una trituradora, en los que se han triturado también motores eléctricos y similares, según el preámbulo de la reivindicación principal.

Los dispositivos para separar materiales a granel con partículas pequeñas en sí relativamente homogéneas son conocidos por un gran número de patentes, por ejemplo también por la patente EP 1 253 981 de la solicitante. Frente a estos dispositivos conocidos, el producto clasificable a separar se diferencia solamente por el hecho de que se deben examinar pedazos relativamente grandes, con un peso bastante superior a un kilogramo, es decir que se presentan principalmente con una densidad como la de los metales y que están comprendidos dentro de un intervalo de varianza muy grande debido a su composición, bien por que son terrones de tierra de una consistencia desconocida o bien por que han sido puestos en forma de terrones por el hombre – por ejemplo, cuando se ha triturado un vehículo automóvil, aterronándose uno con otro materiales de una consistencia enteramente diferente – y debido también a su forma exterior. El producto de trituradora (véanse las figuras 5 y 6) puede variar desde pequeñas piezas de motores eléctricos, tales como bobinas de alambre, hasta, pasando por flejes de chapa, motores de arranque tan solo un poco dañados en la carcasa.

Otro dispositivo para separar materiales a granel con fluorescencia de rayos X es conocido por el documento US-A-20051078786.

Además, los procedimientos puramente ópticos no son suficientes para reconocer los componentes metálicos variables de la composición, es decir, de la respectiva aleación y/o de las respectivas porciones en el caso de pedazos constituidos por varios metales diferentes. En particular, las pinturas pueden resultar poco expresivas debido a la corrosión o al polvo, y a consecuencia de ángulos de incidencia diferentes de la iluminación pueden producirse sombras que varíen demasiado fuertemente la imagen del objeto para una evaluación asistida por ordenador.

Por otro lado, para la producción de acero es de importancia esencial que, por ejemplo, el acero reciclado o bien el mineral en bruto no sea impurificado con metales finos y especialmente no lo sea con cobre. Por tanto, solamente la obtención de una pureza de clasificación segura puede hacer posible la reutilizabilidad del producto reciclado. Sin una clasificación tan buena no sería tampoco comercializable el producto de la trituradora, ya que, solo después de fundirlo, tendrían que retirarse de una manera costosa las impurezas de cobre.

Con los métodos conocidos hasta ahora se puede detectar, por ejemplo, el sitio en el que está presente cobre, pero hasta este momento, para tomar una decisión correcta relativa a si se debe desechar o no por ello el pedazo completo, solo se puede estimar de manera insuficiente la cantidad de composición no deseada, por ejemplo aditivos de cobre, que está presente en el pedazo.

Por tanto, la invención se basa en el problema de reconocer correctamente sobre una cinta transportadora rápida (con típicamente 3 m/s) en un tiempo muy breve (típicamente 20 m/s de tiempo de medida) caudales máxicos grandes de partículas relativamente grandes cuyo tamaño puede variar fuertemente desde un tamaño pequeño como el de una moneda hasta tamaños netamente mayores como botellas, cuyas dimensiones pueden ser extensas también especialmente en sentido longitudinal y sobrepasan entonces las dimensiones de las botellas. Se tienen que superar aquí problemas relativos a pequeñas tasas de recuento debido al corto tiempo de medida, un movimiento relativo de los pedazos sobre la cinta transportadora rápida, unas superficies inclinadas de los pedazos y especialmente también topografías existentes de los pedazos con zonas sobresalientes de una envoltura (anterior).

Para hacer posible esta estimación se ha diseñado el dispositivo de la invención. El procedimiento según la invención se puede realizar de manera especialmente ventajosa con este dispositivo.

En lo que sigue se describe con más detalle el equipo de separación de pedazos pesados con composiciones no deseadas derivados de material de transporte irregular a manera de chatarra con un equipo de detección dispuesto en una cinta transportadora que – después de la intercalación de un controlador provisto de un potente ordenador – puede suministrar a un equipo de separación subsiguiente la información referente a cuál de diferentes vías de transporte posibles ha de conducirse el pedazo correspondiente.

Aparte de sensores de fluorescencia que pueden reconocer bien diferentes características de fluorescencia de materiales diferentes, especialmente metales diferentes, el equipo de detección está constituido aquí especialmente por sensores ópticos y/o electromagnéticos que están dispuestos en un número adecuado ópticamente por encima y electromagnéticamente por debajo de la cinta transportadora para lograr una resolución local diez veces mejor que la de los primeros detectores previstos por encima de la cinta transportadora, los cuales reaccionan a radiación de

fluorescencia de rayos X.

Esto hace posible utilizar pocos detectores de fluorescencia con tasas de recuento aceptables (típicamente $> 100 \times 20$ ms), menores que las que se necesitan en la resolución para la separación, y, además, tiene la ventaja de que no se necesitan detectores complicados provistos de alta precisión de separación, los cuales son costosos especialmente debido a que tienen que guardar una mayor distancia respecto de la cinta transportadora para dejar que pasen a su través los pedazos a examinar dispuestos sobre una cinta transportadora. Se pueden utilizar también así fuentes de rayos X con potencia usual en el mercado (por ejemplo, 35 keV), las cuales pueden apantallarse sin un coste demasiado grande.

Para la radiación de la ventana de observación sobre la cinta transportadora con radiación de rayos X se prevé en una "caja de sensores" que apantalla los detectores un tubo de rayos X que irradia con radiación de rayos X, para producir la fluorescencia de rayos X, la zona de la cinta transportadora que es dictaminada por los sensores de captación.

Los sensores de fluorescencia de rayos X, que pueden tener una sensibilidad local relativamente pequeña debido a sus propiedades físicas, están dispuestos ahora uno al lado de otro en una fila, de modo que pueden captar sustancialmente sin solapamiento pequeñas partículas situadas sobre la cinta transportadora.

Dado que los sensores de fluorescencia de rayos X tienen que disponerse tan cerca como sea posible de la cinta transportadora, pero, por otro lado, habrá que dejar un espacio libre suficiente al menos para los mayores pedazos que quepa esperar, esto significa que el lado superior de los pedazos de tamaño mediano está alejado de los detectores en una distancia tan solo la mitad de grande, de modo que éstos pueden ser captados entonces únicamente por un respectivo detector con aproximadamente la mitad de su lado superior.

Por tanto, en una realización preferida se propone elegir el ángulo de apertura de los detectores determinado por diafragmas de modo que al menos objetos de la mitad de anchura de apertura, por ejemplo objetos de 10 cm de tamaño, sean captados aún plenamente con toda su superficie por los detectores yuxtapuestos. Sin embargo, la resolución local obtenida por estos detectores (50 – 100 mm) no es suficiente para provocar una descarga. En particular, no se puede decidir si se presenta un objeto pequeño con una fuerte impurificación o un objeto grande con una impurificación débil.

Por tanto, es necesario determinar el tamaño de las partículas mediante una observación anterior o posterior, por vía electromagnética o bien por visualización óptica.

Se prefiere aquí una captación electromagnética mediante sensores dispuestos debajo de las cintas transportadoras, los cuales dan como resultado una resolución diez veces mejor (por ejemplo, 3 mm). Se pueden prever para ello dos filas de sensores decalados uno respecto de otro y se puede aumentar la resolución local de la respuesta de un sensor teniendo en cuenta la respuesta de un sensor vecino.

Una vez que se hayan retransmitido las señales de los sensores a la unidad de cálculo, se asignan a cada partícula que pasa por la zona de captación los valores obtenidos por los detectores de fluorescencia de rayos X, y a continuación se pondera correspondientemente el resultado de la medición de la fluorescencia de rayos X basándose en el cálculo de reducción de la radiación de fluorescencia de rayos X a la superficie iluminada de la partícula.

Después de un nuevo cálculo de reducción a la masa total de la partícula se evalúa entonces únicamente este resultado ponderado como criterio para una descarga en una corriente secundaria o para un transporta adicional como material que aún no se puede clasificar.

Dado que los pedazos a clasificar son muy pesados se tiene que en ciertas circunstancias, aparte de una separación con las toberas de aire actualmente usuales que se ponen rápidamente en marcha y que trabajan con alta presión (10 bares), se puede materializar también una separación por medio de compuertas o similares. La resolución local de las toberas es comparable a la de los sensores (distancia de 3-7 mm).

Para el caso de que se empleen toberas de aire se propone que éstas operen eventualmente de manera permanente con una pequeña corriente de aire para impedir que las condiciones polvorientas reinantes en el producto de la trituradora conduzcan a que se cieguen enteramente las toberas de aire.

Otras ventajas y características de la invención se desprenden de la descripción siguiente de un ejemplo de realización preferido con referencia al dibujo adjunto. Muestran en éste:

La figura 1, una representación esquemática de la fila de detectores de fluorescencia de rayos X en la dirección del movimiento de avance de los pedazos a clasificar. Se puede apreciar claramente el solapamiento de los distintos detectores sobre la superficie de la cinta transportadora, el cual se ha reducido ya a cero a 10 cm de altura,

La figura 2, un corte a través de la disposición del tubo de rayos X y de los detectores de fluorescencia de rayos X,

habiéndose dibujado la dirección de transporte de los objetos con una flecha,

La figura 3, una representación esquemática de un perfil de altura generado en el procedimiento de intersección luminosa,

La figura 4, la representación esquemática de una configuración de cámara láser preferida,

5 La figura 5 y la figura 6, algunos objetos a título de ejemplo y

La figura 7, una confrontación de cinco objetos de clases diferentes, cada uno como una fotografía, como una imagen de un escáner 3D y después de la evaluación de la planicidad (del perfil de altura).

10 Los ocho detectores 10 representados en la figura 1 están distanciados uno de otro en tan solo un poco más de sus dimensiones, por ejemplo 75 mm. Éstos están distanciados de la cinta transportadora 12 en, por ejemplo, 270 mm, es decir, un múltiplo, con lo que objetos que tienen, por ejemplo, una altura de 10 cm, son captados en su totalidad por los ángulos de captación de apertura estrecha. Sin embargo, si se transportara un objeto doble de grande por debajo de los detectores, sería fácilmente evidente que se examinaría todavía únicamente una superficie del objeto reducida en, por ejemplo, un tercio.

15 En el sentido longitudinal de la dirección de transporte de la cinta transportadora ya no se captarán zonas del objeto con los sensores de fluorescencia de rayos X. Esto sirve para tener en cuenta que con una segunda fila (no representada) de sensores electromagnéticos u ópticos se determinan primeramente los contornos de los objetos. Con ayuda de los contornos se puede estimar también aproximadamente la altura del objeto; ésta será rara veces mayor que el contorno, pero los objetos con contornos mayores adoptarán una altura mayor.

20 Por otro lado, mediante un algoritmo de clasificación se puede establecer rápidamente que los objetos cuadrados o similares, como sencillas piezas de chapa, pueden ser muy planos. Mediante una elección adecuada de las clases de los objetos se pueden excluir siempre los casos dudosos en ciertas circunstancias para no empeorar una clasificación satisfactoria por la adición errónea de, por ejemplo, cobre.

25 Por encima de los detectores se puede apreciar finalmente también el tubo de rayos X 16 en la figura 1. Éste está diseñado con, por ejemplo, 35 KeV y como máximo 1 KW de potencia para generar aún señales suficientes, pero, por otro lado, para no entrar en dominios de potencia en los que la problemática del apantallamiento del equipo sensor puede resultar demasiado difícil. Como puede apreciarse en la figura 2 con ayuda de las líneas negras gruesas cerca del abanico de radiación del tubo de rayos X, pueden estar previstas dentro del equipo sensor unas placas de plomo que apantallen la radiación de rayos X hacia los lados.

30 Otra placa de plomo apantalla también los detectores 10 frente al tubo de rayos X 16, de modo que éstos capten únicamente la luz de radiación de fluorescencia de rayos X reflejada por el material examinado. Mediante una ligera oblicuidad de la fila de detectores con respecto al tubo de rayos X 16 y de ambos con respecto a la vertical se puede amplificar aún el resultado de las señales.

La geometría resultante en este caso se representa a título de ejemplo mediante haces de rayos en abanico en la figura 2.

35 Por tanto, el dispositivo para la separación de pedazos pesados producidos con composiciones no deseadas a partir de material de transporte irregular a manera de chatarra, con un equipo de detección dispuesto en una cinta transportadora y detrás del cual está dispuesto un equipo de separación que conduce los pedazos a vías de transporte diferentes, está representado de manera esencial para la invención por un equipo de detección con una pluralidad de detectores de fluorescencia de rayos X dispuestos transversalmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora, por encima de dicha cinta transportadora, a una distancia superior a la altura a esperar de los pedazos, cuyos detectores poseen cada uno de ellos estrechos sectores de captación limitados en la dirección de su disposición y no solapados sustancialmente en la zona de la cinta transportadora, y están previstos otros sensores electromagnéticos de resolución local por debajo de la cinta transportadora para captar los contornos y/o la masa de los pedazos, solicitando un tubo de rayos X, dispuesto por encima de los detectores, a los pedazos en la zona de los sectores de captación con una radiación de rayos X y estando inclinada la dirección de captación de los respectivos detectores con respecto a la vertical, de modo que la dirección de la radiación de rayos X que parte del tubo de rayos X esté inclinada para que se forme entre las dos direcciones un ángulo abierto hacia arriba en el intervalo de 5-38°.

45 Asimismo, es ventajoso que esté previsto un ángulo de 15-20° simétricamente con respecto a la vertical entre la dirección de captación de los detectores y la dirección de la radiación de rayos X que viene del tubo de rayos X.

Además, en el entorno de una trituradora caracterizado por polvo e influencias no deseadas de múltiples clases una carcasa común, robusta, hermética al polvo y al aire y eléctricamente apantallada acogerá los detectores y el tubo de rayos X, impidiendo un tabique vertical entre este material absorbedor de rayos X la entrada directa de radiación

de rayos X en los detectores.

Los sensores para el reconocimiento de la masa son, en una realización preferida, sensores electromagnéticos cuyas bobinas de captación están dispuestas por debajo de la cinta transportadora.

5 Una realización alternativa utiliza como sensores de reconocimiento del contorno unos sensores ópticos que están dispuestos por encima de la cinta transportadora. Por ejemplo, como sensor de reconocimiento del contorno puede servir una cámara que proporcione una imagen plana de alta resolución constituida por más de 800x600 píxeles, a partir de la cual se capta y evalúa adicionalmente después una línea de altura a la cadencia de la observación (por ejemplo, a la cadencia de 1 KHz o cada 1 ms en el caso de una velocidad de la cinta de 3 m/s). La información así captada se denomina información 3D en la bibliografía técnica.

10 Se propone a este respecto hacer que un láser ilumine la cinta transportadora en forma de una raya, de modo que resulte una intersección lineal clara y brillante.

15 El procedimiento para la separación de pedazos pesados producidos con composiciones no deseadas a partir de un material de transporte irregular a manera de chatarra, con un equipo de detección dispuesto en una cinta transportadora y detrás del cual está dispuesto un equipo de separación que conduce los pedazos a vías de transporte diferentes, realizará con los primeros equipos de detección en sectores de detección estrechos limitados en la dirección de su disposición y no solapados sustancialmente en la zona de la cinta transportadora una visualización total de la respectiva ventana de detección, captará en la ventana de detección transversalmente a la cinta transportadora, por medio de señales de sensor electromagnéticas de resolución local y/o por medio de líneas de altura generadas por óptica láser, los contornos y/o la masa de los pedazos, y al menos en cada instante de detección de la fluorescencia tendrá presentado un perfil de altura y/o masa de la fila de detección, definiéndose en la lógica de decisión, con ayuda de los perfiles de altura/dimensión y/o masa, las respectivas dimensiones de los pedazos en la dirección de transporte las cuales sirven para asignar a un pedazo señales de detectores de fluorescencia individuales recogidas de acuerdo con las dimensiones, para generar en la lógica de decisión una señal que activa el equipo de separación.

25 Conociendo el contorno se puede asignar la partícula a una masa (por ejemplo, se la puede asignar a una clase de masa) que haga posible deducir de la altura de la radiación de fluorescencia el contenido de una composición no deseada en el pedazo. Por tanto, de esta manera se pueden diferenciar pedazos pequeños con un contenido alto no deseado respecto de pedazos grandes con un contenido porcentual relativamente bajo.

30 Para separar así fiablemente constituyentes determinados y frecuentemente recurrentes (en el producto de la trituradora, por ejemplo dinamos), el procedimiento para separar pedazos puede permitirle entonces a la lógica de decisión que asigne perfiles de masa y/o dimensión captados a clases predefinidas de objetos (véase la figura 6) en los que las propiedades de sus materiales se tomen como ya conocidas en clases diferentes o se determinen de manera promediada a partir de mediciones de fluorescencia anteriores, para emitir una señal de activación del equipo de separación.

35 El dispositivo para la separación de pedazos pesados de un material de transporte producidos con composiciones diferentes no deseadas y con un tamaño y forma fuertemente variables, con al menos dos equipos de detección dispuestos en una cinta transportadora 12 y detrás de los cuales está dispuesto en la dirección de transporte un equipo de separación que conduce los pedazos a vías de transporte diferentes, posee así al menos un primer equipo de detección que presenta una pluralidad de detectores 10 de fluorescencia de rayos X dispuestos transversalmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora, por encima de esta cinta transportadora, a una distancia mayor que la altura a esperar de los terrones, y al menos un segundo equipo de detección 42 que está previsto para captar las dimensiones y/o la masa de cada pedazo, solicitando un tubo de rayos X 16, dispuesto por encima de los detectores, a los pedazos en la zona de la detección con radiación de rayos X, y una lógica de decisión asistida por ordenador emite, en base a los resultados de las informaciones sobre de la vía de transporte de cada pedazo suministradas por los dos equipos de detección, una señal que activa el equipo de separación.

45 El segundo equipo de detección comprende un láser 40, en cada caso una fuente de luz clara y brillante que irradia en forma de una raya y que proyecta una línea de iluminación transversal sobre el material de transporte dispuesto en la cinta transportadora, la cual a su vez es captada bidimensionalmente como línea de altura con una cámara. El segundo equipo de detección 42 puede comprender el láser o los láseres irradiando en dirección sustancialmente perpendicular al pedazo y registrando la cámara la imagen de iluminación con una dirección de visualización sustancialmente en la dirección de la cinta transportadora, o bien mirando la cámara o las cámaras sustancialmente en dirección perpendicular al pedazo y generando el láser o los láseres una imagen de iluminación en el campo de visualización de la cámara con una dirección de radiación ligeramente inclinada con respecto a la dirección de la cinta transportadora.

50 Sin embargo, se propone que el segundo equipo de detección comprenda el láser o los láseres irradiando sobre el pedazo aproximadamente bajo un ángulo de 45° con respecto a la vertical y a la dirección de transporte y la cámara con una dirección de visualización bajo el mismo ángulo con respecto a la dirección de transporte de la cinta

transportadora, estando ajustados los ángulos con respecto a la cinta transportadora en dirección aproximadamente transversal a una fila de detección transversal a la cinta transportadora, es decir, por ejemplo, haciendo que el segundo equipo de detección irradie el láser o los láseres aproximadamente bajo un ángulo de 45° y esté presente un ángulo de 90° entre la dirección de observación y la dirección de radiación.

- 5 En una realización adicional el segundo equipo de detección está configurado en forma de sensores electromagnéticos de resolución local (no representados) por debajo de la cinta transportadora 12 para captar los contornos y/o la masa de los pedazos.

- 10 El primer equipo de detección deberá estar previsto bajo un ángulo de $8-19^\circ$, poco divergente respecto de la vertical, en posición simétrica con relación a la dirección de radiación también inclinada del tubo de rayos X, para limitar hasta donde sea posible los efectos de voladizos (sombras) y las superficies oblicuas de los pedazos en su acción de empeoramiento del resultado de medida. Por motivos de la triangulación correcta, es ventajoso también elegir un ángulo pequeño, ya que, en caso contrario, los rayos X representan la fluorescencia delante o detrás de la posición de observación óptima – según la desviación de la altura del pedazo respecto de una medida media (véase la figura 2).
- 15 De manera especialmente ventajosa, los ángulos de los equipos de detección primero y segundo se eligen iguales, es decir, aproximadamente todos de 15° , para obtener información congruente. Parece adecuado en cada caso un intervalo de $8-19^\circ$ con respecto a la vertical.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para separar pedazos pesados de un material de transporte producidos con constituyentes no deseados y con un tamaño y forma fuertemente variables, cuyo dispositivo comprende
 - un equipo de detección (10, 16; 40, 42) dispuesto en una cinta transportadora (12),
- 5
 - un equipo de separación pospuesto en la dirección de transporte y que conduce los pedazos a vías de transporte diferentes,
 - un tubo de rayos X (16) dispuesto por encima de los detectores y que solicita a los pedazos con radiación de rayos X en la zona de la detección, y
 - un equipo de detección que presenta una pluralidad de detectores (10) de fluorescencia de rayos X,
- 10 **caracterizado** por que
 - la pluralidad de detectores (10) de fluorescencia de rayos X del primer equipo de detección están dispuestos transversalmente a la dirección de transporte de la cinta transportadora,
 - los detectores (10) de fluorescencia de rayos X están dispuestos por encima de la cinta transportadora (12) a una
- 15 distancia mayor que la altura a esperar de los pedazos, poseyendo cada uno de los detectores de fluorescencia de rayos X unos estrechos sectores de captación limitados en la dirección de su disposición y sustancialmente no solapados en la zona de la cinta transportadora (12),
 - está previsto al menos un segundo equipo de detección para captar las dimensiones de cada pedazo, y
 - una lógica de decisión asistida por ordenador emite, basándose en los resultados de las informaciones sobre el contorno y la cantidad de fluorescencia en la vía de transporte, suministradas por los dos equipos de detección, una
- 20 señal que activa el equipo de separación.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el segundo equipo de detección comprende sensores electromagnéticos de resolución local por debajo de la cinta transportadora (12) para captar las dimensiones y la masa de pedazos de mineral o de un producto de trituradora de más de un kilogramo de peso.
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por que el segundo equipo de detección comprende un láser (40) que proyecta sobre el material de transporte, transversalmente a la cinta transportadora, una línea de iluminación que es captada bidimensionalmente con una cámara (42).
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** por que el láser o los láseres (40) del segundo equipo de detección irradian en dirección sustancialmente perpendicular a un pedazo y la cámara (42) presenta una dirección de visualización que registra la imagen de iluminación sustancialmente en la dirección de la cinta transportadora.
- 30 5. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** por que el segundo equipo de detección presenta la cámara (42) mirando sustancialmente en dirección perpendicular a un pedazo y el láser o los láseres (40) presentan una dirección de radiación ligeramente inclinada con respecto a la dirección de la cinta transportadora y generan una imagen de iluminación 3D en el campo de visualización de la cámara.
- 35 6. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** por que el segundo equipo de detección comprende el láser o los láseres (40) irradiando sobre un pedazo aproximadamente bajo un ángulo de 45° con respecto a la vertical y a la dirección de transporte y la cámara (42) con una dirección de visualización bajo el mismo ángulo con respecto a la dirección de transporte de la cinta transportadora, estando ajustados los ángulos con la cinta transportadora en dirección aproximadamente transversal a una línea de detección transversal a la cinta transportadora.
- 40 7. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** por que el segundo equipo de detección irradia el láser o los láseres aproximadamente bajo un ángulo de 45° y está presente un ángulo de 90° entre la dirección de observación y la dirección de radiación.
- 45 8. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** por que el primer equipo de detección está previsto bajo un ángulo de 8-19°, poco diferente respecto de la vertical, en una posición simétrica con relación a la dirección de radiación también inclinada del tubo de rayos X, y el segundo equipo de detección presenta el mismo ángulo de 8-19° con respecto a la vertical, es decir que entre la dirección de observación y la dirección de irradiación está presente un ángulo comprendido entre 16 y 38°, con lo que existe la misma geometría de irradiación y de captación.
9. Procedimiento para separar pedazos pequeños de un material de transporte producidos con constituyentes no deseados y con un tamaño y forma fuertemente variables, cuyo procedimiento comprende

- una detección en una cinta transportadora (12),
- una separación pospuesta en la dirección de transporte y que conduce los pedazos a vías de transporte diferentes,
- una irradiación de los pedazos en la zona de detección con radiación de rayos X,
- presentando un equipo de detección una pluralidad de detectores (10) de fluorescencia de rayos X,

5 **caracterizado** por que

- la detección se efectúa al mismo tiempo en una pluralidad de detectores (10) de fluorescencia de rayos X del primer equipo de detección en sentido transversal a la dirección de transporte de la cinta transportadora, realizando los primeros equipos de detección, en estrechos sensores de captación limitados en la dirección de su disposición y sustancialmente no solapados en la zona de la cinta transportadora, una visualización total de una respectiva ventana de detección parcial,

10 - al menos un segundo equipo de detección capta dimensiones de cada pedazo, captándose en toda la ventana de detección, en su extensión transversal a la cinta transportadora, unos contornos de los pedazos por medio de señales de sensor electromagnéticas de resolución local y/o por medio de líneas de altura generadas por óptica láser,

15 - una lógica de decisión asistida por ordenador emite, basándose en los resultados de las informaciones sobre el contorno y la cantidad de fluorescencia sobre la vía de transporte de cada pedazo, suministradas por los dos equipos de detección, una señal que activa el equipo de separación,

20 - estando presente al menos en cada instante de detección de fluorescencia un perfil de altura de la línea de detección, definiéndose en la lógica de decisión, con ayuda de los perfiles de altura/dimensión, unas respectivas dimensiones de los pedazos en la dirección de transporte que sirven para asignar a un pedazo, de acuerdo con las dimensiones, las señales de detección recogidas de detectores de fluorescencia individuales, para generar en la lógica de decisión una señal para cada pedazo que activa el equipo de separación.

25 10. Procedimiento para separar pedazos según la reivindicación 9, **caracterizado** por que en toda la ventana de detección se captan en su extensión transversal a la cinta transportadora las masas de los pedazos por medio de señales de sensor electromagnéticas de resolución local, definiéndose en la lógica de decisión, con ayuda de los perfiles de altura/dimensión y masa, unas respectivas dimensiones de los pedazos en la dirección de transporte que sirven para asignar a un pedazo, de acuerdo con las dimensiones, las señales recogidas de detectores de fluorescencia individuales para generar la señal de activación del equipo de separación.

30 11. Procedimiento para separar pedazos según la reivindicación 10, **caracterizado** por que la lógica de decisión asigna perfiles de masa y dimensión captados a clases previamente definidas de objetos en los que las propiedades de sus materiales en clases individuales se toman como ya conocidas o bien se determinan de manera promediada a partir de mediciones de fluorescencia anteriores, para emitir la señal de activación de la unidad de separación.

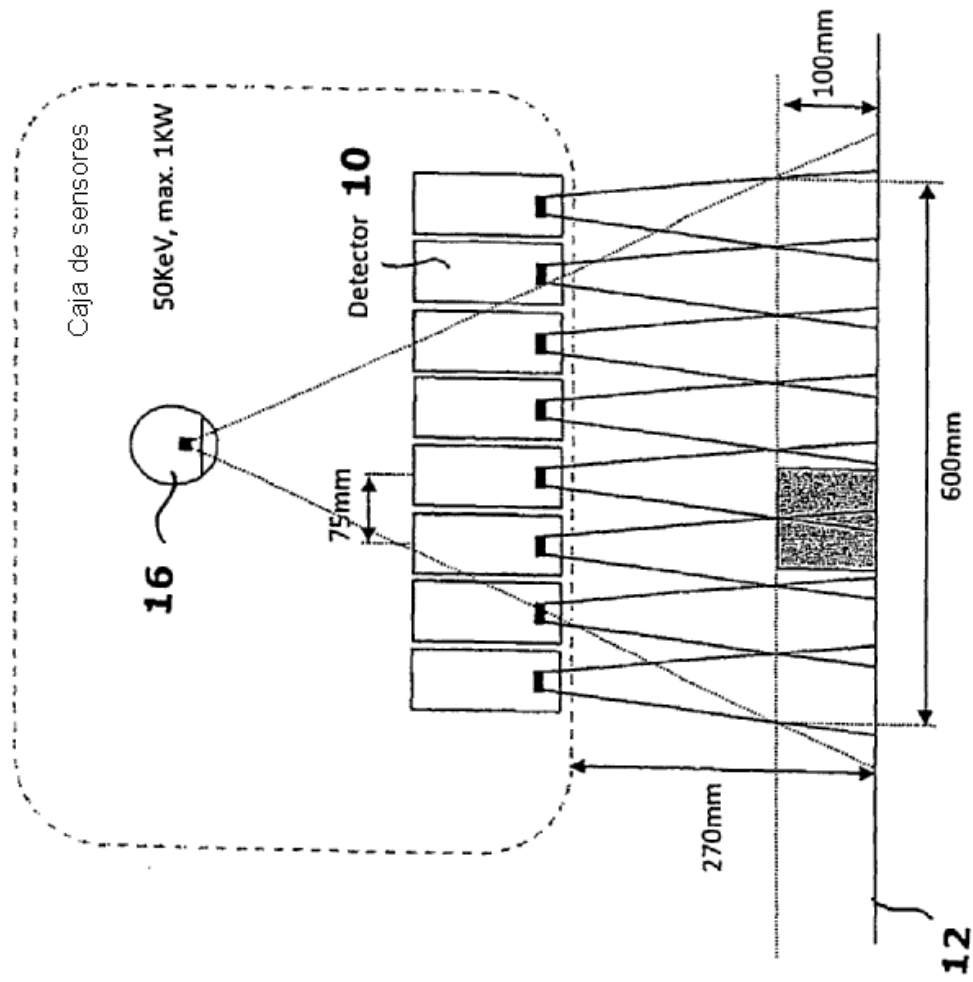


Fig. 1

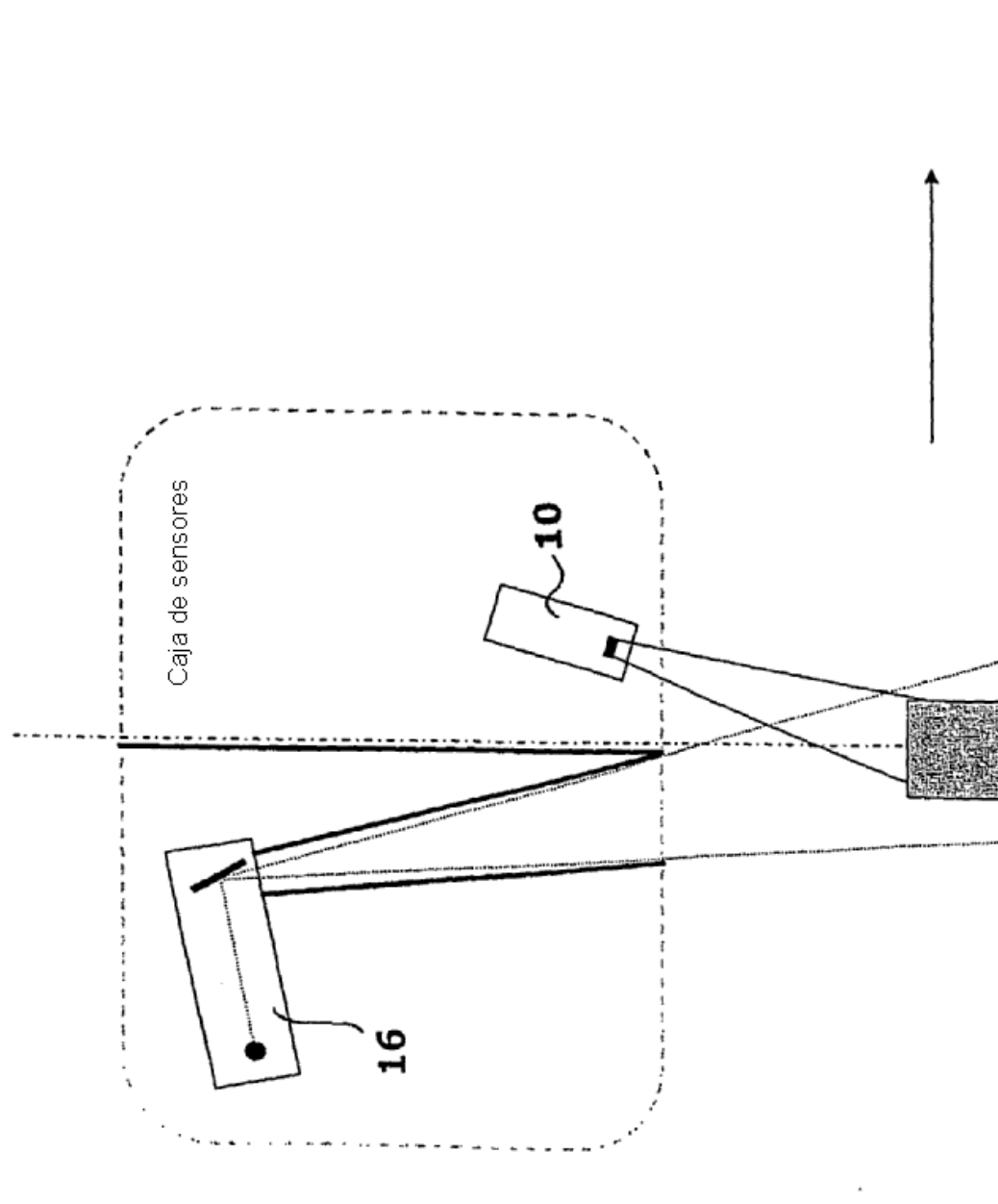


Fig. 2

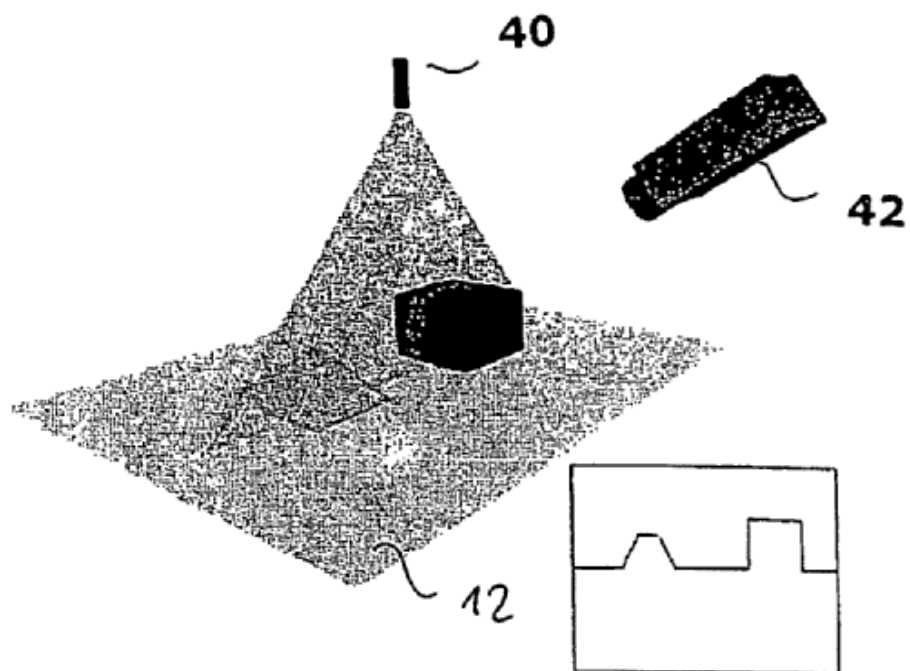


Fig. 3 Perfil de altura en el procedimiento de intersección luminosa

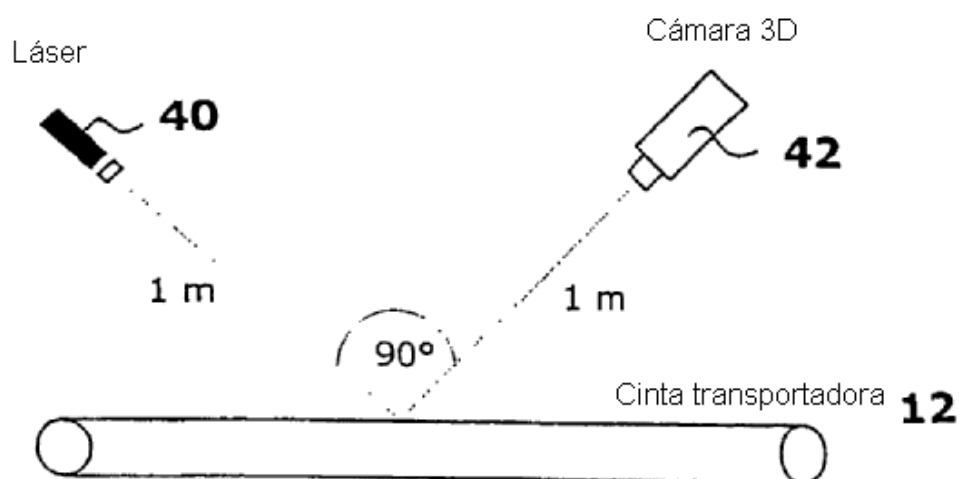


Fig. 4 Estructura de ensayo en laboratorio



Fig. 5



Fig. 6

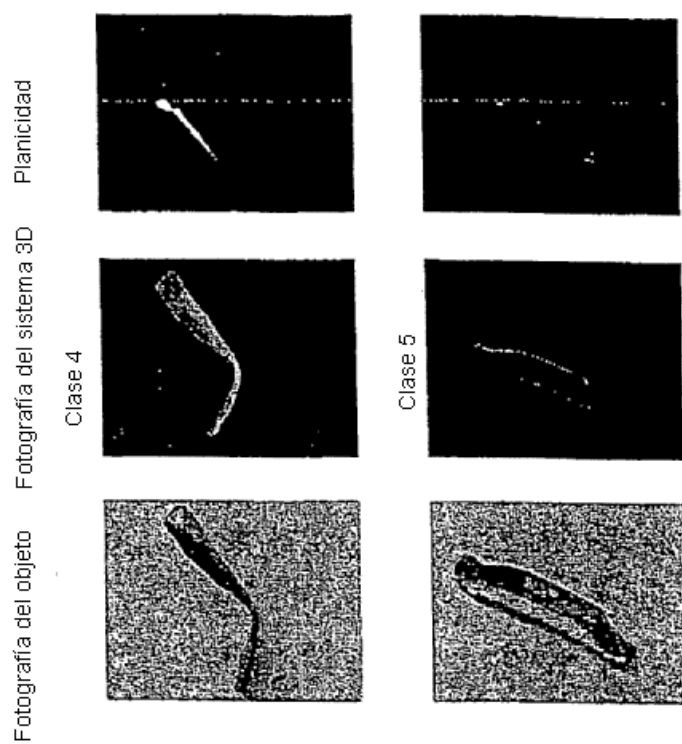


Fig. 7

