

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 965**

51 Int. Cl.:

B07C 5/342

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2018 PCT/EP2018/073639**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2019 WO19043231**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2018 E 18759356 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3676027**

54 Título: **Método y aparato de clasificación**

30 Prioridad:

01.09.2017 EP 17189017

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

07.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BALTHASAR, DIRK;
MAYER, MICHAEL y
MCGLOUGHLIN, JOHN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 952 965 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

Método y aparato de clasificación

5 Campo técnico de la invención

La invención se refiere al campo de clasificación de objetos. Más precisamente, la invención se refiere a un método y un aparato para la clasificación de objetos fuera de la banda.

10 Antecedentes de la invención

15 Las máquinas para la inspección y categorización de objetos a granel suministrados en un flujo continuo normalmente comprenden una unidad de alimentación, un sistema óptico y una unidad de análisis. La unidad de alimentación suministra un flujo de objetos que deben inspeccionarse continuamente a través de una región de detección que es escaneada por el sistema óptico, que está en comunicación funcional con la unidad de análisis. La unidad de análisis analiza cada objeto por separado en el flujo de objetos para una o más propiedades preseleccionadas, como el color, la forma y/o la textura o cualquier combinación de las mismas. Con base en este análisis, la unidad de análisis puede examinar si el objeto inspeccionado cumple criterios específicos en términos de la propiedad observada, lo que resulta en una clasificación.

20 Un requisito para tales aparatos de inspección y categorización basados en un sensor óptico y un dispositivo de análisis es que se puede hacer una distinción correcta entre la información óptica procedente de los objetos inspeccionados y la información óptica procedente del fondo.

25 El documento WO 2014/013421 describe un aparato para la inspección de objetos, provisto de un mecanismo de transporte, por ejemplo, una banda transportadora o un conducto, configurado para transportar un flujo continuo de objetos de modo que, al salir del mecanismo de transporte, el flujo de objetos sigue una trayectoria de caída libre a lo largo de la cual se alimenta en una sola capa de objetos a través de una región de detección, una fuente de radiación configurada para iluminar la región de detección, una unidad de detección, configurada para escanear ópticamente la región de detección iluminada, una unidad de análisis y posiblemente una unidad de eliminación y también un elemento de fondo, que se encuentra detrás del flujo de objetos que caen, visto desde la posición de la unidad de detección, posicionado de modo que los haces de radiación electromagnética de la fuente de radiación impacten en una zona de iluminación del elemento de fondo cuando estos haces no impactan en un objeto del flujo de objetos, la unidad de detección solo puede recibir una imagen de una zona de detección del elemento de fondo, caracterizada porque el elemento de fondo está montado de modo que la zona de iluminación y la zona de detección se separan entre sí.

35 El aparato proporciona una solución para la detección de productos en un flujo de productos sin la falsa detección de productos de la radiación electromagnética reflejada por el fondo, sin embargo, no proporciona la categorización de productos con base en las características ópticas y no es óptimo para la detección de productos oscuros en el flujo de productos.

40 El documento US 5,692,621 divulga un aparato de categorización que tiene una banda transportadora o un mecanismo equivalente para mover partículas a una velocidad suficiente para generar un flujo de partículas en el aire. Las partículas se pueden clasificar de tal manera que el material inaceptable se puede eliminar de la corriente. La calificación o categorización se lleva a cabo por un sistema primario de exploración para analizar la luz reflejada de las partículas en la corriente. Las mediciones se llevan a cabo en una pluralidad de intervalos de longitud de onda. Los eyectores para eliminar partículas del flujo se eliminan aguas abajo del sistema de exploración. Los expulsos reciben instrucciones en respuesta a las señales recibidas del sistema de exploración. También se incluye un sistema de escaneo auxiliar para establecer la presencia de material en la corriente, y en el caso de que se detecte un vacío en una región determinada. A continuación, el análisis de esa región por el sistema de exploración principal y cualquier activación correspondiente de los eyectores se inhibe.

Breve descripción de la invención

55 Es un objeto de la invención proporcionar una solución mejorada para la clasificación de objetos fuera de la banda de objetos transparentes en un flujo de productos.

De acuerdo con la invención, este y otros objetos se logran mediante un método para la clasificación de objetos de acuerdo con la reivindicación 1. Otras realizaciones del método inventivo se divulgan en las reivindicaciones dependientes 2-13. Además, un aparato de acuerdo con la invención se divulga en la reivindicación 14.

60 El método de acuerdo con la invención que comprende los pasos de: guiar un flujo continuo de objetos desde un mecanismo de transporte directamente a un trayecto no soportado, a lo largo del cual el flujo de objetos se alimenta a través de una región de detección; emitir radiación electromagnética a lo largo de una primera dirección para iluminar dicha región de detección, que la radiación electromagnética emitida forma una banda de radiación que se extiende en una dirección ortogonal a dicha primera dirección; escanear ópticamente la región de detección para detectar la radiación electromagnética reflejada por el al menos un objeto en la región de detección mediante la visualización de la región de

- detección a lo largo de una segunda dirección, en donde la primera dirección y la segunda dirección tienen una sección transversal en la región de detección y forma un ángulo relativo entre sí dentro del intervalo de 3° - 80° ; analizar la información del escaneo óptico; y clasificar objetos del flujo de objetos con base en el análisis de la información de reflexión del escaneo óptico; en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende analizar los objetos con base en la intensidad y la propagación de la radiación detectada del escaneo óptico caracterizado porque el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende comparar la información con la información en una tabla de búsqueda y/o comparación de la información con uno o más umbrales.
- De acuerdo con una realización, dicho paso de clasificar dichos objetos comprende además la categorización de los objetos del flujo de objetos en al menos dos direcciones diferentes con base en el análisis de la información de reflexión del escaneo óptico.
- De acuerdo con una realización, dicho paso de analizar la información del escaneo óptico comprende además comparar la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por al menos un objeto en el flujo de objetos con la información en una tabla de búsqueda y/o con uno o más umbrales para determinar la transparencia o la información de reflexión de dicho al menos un objeto.
- De acuerdo con una realización, dicho paso de analizar la información del escaneo óptico comprende además comparar la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por al menos un objeto en el flujo de objetos con la información en una tabla de búsqueda y/o con uno o más umbrales para determinar la transparencia o la reflexión información de dicho al menos un objeto.
- Según un ejemplo que no forma parte de la invención, se proporciona un método para la categorización de objetos, el método comprende los pasos de: guiar un flujo continuo de objetos desde un mecanismo de transporte directamente a una trayectoria no soportada, a lo largo de la cual el flujo de objetos se alimenta a través de una región de detección; emitir radiación electromagnética a lo largo de una primera dirección para iluminar dicha región de detección, que la radiación electromagnética emitida forma una banda de radiación que se extiende en una dirección ortogonal a dicha primera dirección; escanear ópticamente la región de detección para detectar la radiación electromagnética reflejada por el al menos un objeto en la región de detección mediante la visualización de la región de detección a lo largo de una segunda dirección, en donde la primera dirección y la segunda dirección tienen una sección transversal en la región de detección y forma un ángulo relativo entre sí dentro del intervalo de 3° - 80° o 10° - 80° ; analizar la información del escaneo óptico; y categorización los objetos del flujo de objetos en al menos dos direcciones diferentes basadas en el análisis de la información de transparencia o la información de reflexión del escaneo óptico; en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende analizar los objetos con base en la intensidad, propagación y opcionalmente textura de la radiación detectada del escaneo óptico.
- La fuente de radiación puede ser una iluminación de línea, es decir, la iluminación forma una banda de radiación o una línea cuando cae sobre una superficie plana cuya banda de radiación puede capturarse y verse al menos a través de un sensor de imagen. Además, la radiación electromagnética emitida forma una banda de radiación cuando cae sobre una superficie plana cuya banda de radiación puede ser capturada y vista al menos a través de un sensor de imagen. La iluminación puede estar colimada o enfocada.
- Según un ejemplo que no forma parte de la invención, el sistema de medición consta de una fuente de radiación y un detector, preferiblemente centrado en el plano del objeto. El plano de medición del detector y la iluminación de la línea están separados y tienen una sección transversal en el plano del objeto. Esto significa que si no hay ningún objeto presente en el sistema, el detector detecta una radiación extremadamente baja, ya que la línea de iluminación y la línea de detección no se cruzan en el espacio vacío.
- El paso de analizar la información del escaneo óptico puede comprender además determinar la información de transparencia mediante la comparación de la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por al menos un objeto en el flujo de objetos con un primer umbral para determinar que hay material presente en el región de detección, y posteriormente comparar la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por al menos un objeto a un segundo umbral para determinar si el material actual es transparente y/o reflectante, en el que el segundo umbral se encuentra por encima del primer umbral, y posteriormente establecer la información de transparencia.
- Mediante el uso de niveles de umbral para evaluar si los objetos están presentes en la región de detección y determinar la probabilidad de que el objeto sea transparente, se puede lograr una clasificación y/o categorización eficiente de objetos en, por ejemplo, aplicaciones de detección de vidrio y otras aplicaciones para la clasificación y/o categorización de objetos transparentes.
- El término datos de clasificación puede referirse a los datos obtenidos en, o resultantes de, el paso de clasificación de objetos en el flujo de objetos. Un ejemplo de datos de clasificación es una clase específica, como aceptable/no aceptable; o un valor de clasificación dentro de un cierto intervalo (por ejemplo, la clase A es de x_1 a x_2 ; la clase B es de x_2 a x_3 , donde x_i es un número), cuyo valor de clasificación puede formarse basándose en un solo valor de parámetro o una combinación de valores de parámetros medidos. Otro ejemplo de datos de clasificación es el valor de clasificación (formado a partir de un solo valor o una combinación de valores de parámetros medidos); el valor de clasificación puede

ser un valor único o una matriz de valores.

Según un ejemplo que no forma parte de la invención, los datos de clasificación (es decir, los datos obtenidos en, o resultantes de, el paso de clasificación de objetos en el flujo de objetos) se utilizan para categorizar objetos individuales de un flujo de productos en al menos dos direcciones diferentes, adicionalmente o alternativamente, los datos de clasificación pueden ser utilizados en el mismo aparato o transferidos a otro dispositivo con el fin de realizar diversas operaciones, tales como la categorización en etapas posteriores, así como para el análisis estadístico. En otras palabras, los datos de clasificación individuales se pueden asignar a objetos individuales y seguir estando vinculados a este objeto a través de varios pasos en el proceso de manejo de materiales, y se utilizan opcionalmente en una o más estaciones en el proceso de manejo de materiales. Además, o alternativamente, los datos de clasificación individuales o voluminosos pueden procesarse con fines estadísticos en la misma máquina en la que se determinaron, o en otro dispositivo al que se han proporcionado, por ejemplo, por cable o de forma inalámbrica.

El paso de analizar la información del escaneo óptico puede incluir la clasificación en qué grado dicho material es transparente. El paso de analizar la información del escaneo óptico puede incluir la clasificación en qué grado dicho material es reflectante. El paso de analizar la información del escaneo óptico puede comprender además la comparación reflejada directamente con un tercer umbral para determinar la probabilidad de que el material presente sea transparente.

El paso de analizar la información del escaneo óptico puede comprender la determinación de la altura y/o perfiles de altura de los objetos en el flujo de objetos.

El paso de analizar la información del escaneo óptico comprende comparar la información con la información en una tabla de búsqueda (LUT, por sus siglas en inglés) y/o comparar la información con umbrales. Las tablas de consulta pueden ser una tabla de búsqueda unidimensional, una tabla de búsqueda bidimensional o una tabla de búsqueda de N dimensiones. Por dimensión aquí se quiere decir que la tabla de búsqueda evalúa una representación de ejemplo de N variables. La tabla de búsqueda unidimensional devuelve una salida en respuesta a un solo parámetro de entrada, siendo el parámetro de entrada, por ejemplo, la intensidad o la propagación de la radiación detectada; es decir, se devuelve una salida para LUT (intensidad) y una salida para LUT (dispersión). La tabla de búsqueda bidimensional, por otro lado, devuelve una salida en respuesta a dos parámetros de entrada, por ejemplo, la intensidad y la propagación de la radiación detectada, una salida se devuelve para LUT (intensidad, dispersión).

El paso de analizar la información del escaneo óptico puede comprender además el uso de máquinas de aprendizaje profundo o de vectores de soporte.

El método puede comprender además un paso de escanear ópticamente una zona en un elemento de fondo donde la iluminación de la línea incide sobre el elemento de fondo, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar si el material está presente en la región de detección basado en la información del escaneo óptico de la zona en el fondo.

Escanear ópticamente de la zona en el elemento de fondo permite la detección de una reflexión de iluminación de línea en el elemento de fondo, lo que permite determinar si hay un objeto presente en la región de detección con base en la reflexión del elemento de fondo, lo que permite detectar y categorizar incluso objetos muy oscuros en el flujo de objetos, así como distinguir objetos ópticamente oscuros de objetos ópticamente transparentes.

Los pasos de escanear ópticamente la zona en el elemento de fondo y escanear ópticamente la región de detección se pueden realizar simultáneamente con una cámara.

El uso de una cámara con un campo de visión que cubra tanto la región de detección como la zona del elemento de fondo donde la línea láser incide en el elemento de fondo es una solución rentable que también simplifica el análisis de la información del escaneo.

El paso de iluminar la región de detección se puede hacer con una pluralidad de iluminaciones de línea para una pluralidad de regiones de detección y el paso del escaneo óptico de la región de detección se puede hacer en una pluralidad de líneas de medición para las regiones de detección. El paso de analizar la información del escaneo óptico puede consistir en determinar el movimiento de los objetos en el flujo de objetos.

Al determinar la trayectoria de los objetos en el flujo de objetos se puede realizar una expulsión más precisa del objeto, y se puede lograr una mejor clasificación y/o categorización general.

La pluralidad de iluminaciones de línea puede tener diferentes longitudes de onda, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar las propiedades ópticas y las propiedades físicas de los objetos en el flujo de objetos.

La pluralidad de iluminaciones lineales puede tener diferentes polarizaciones. Esto puede ser beneficioso para eliminar la radiación de fondo.

Breve descripción de los dibujos

El presente concepto inventivo se describirá con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, mostrando las realizaciones preferidas actualmente.

La Fig. 1 es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de acuerdo con una realización.

La Fig. 2 es una vista esquemática de un aparato de acuerdo con otra realización, que comprende tres iluminaciones de línea.

La Fig. 3 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de acuerdo con otra realización, que comprende la detección de iluminación de línea.

La Fig. 4 es un diagrama de flujo del método según una realización.

La Fig. 5 es una gráfica de la radiación electromagnética detectada por un detector en un aparato de acuerdo con una realización.

La Fig. 6 es una vista esquemática de la determinación de la trayectoria de un objeto en el flujo de objetos, que puede ser utilizado con el aparato de la Fig. 2.

La Fig. 7 es una vista esquemática de una sección transversal de la radiación electromagnética detectada por un detector en un aparato de acuerdo con la Fig. 3.

Como se ilustra en las figuras, los tamaños de las capas y regiones se exageran con fines ilustrativos y, de esta manera, se proporcionan para ilustrar las estructuras generales de las realizaciones de la presente invención. Los números de referencia similares se refieren a elementos similares a través de los mismos.

Descripción detallada

La Fig. 1 muestra un aparato para la inspección de objetos en un flujo de objetos de acuerdo con una realización. Una banda transportadora 2 guía un flujo de objetos 4 en un trayecto no soportado, aquí un camino de caída libre 6. Aunque aquí se utiliza una banda transportadora 2 para guiar el flujo de objetos 4 a la trayectoria de caída libre 6, se puede usar cualquier tipo de mecanismo de transporte, como conductos o similares. Una fuente de radiación, aquí una línea láser 8, ilumina una línea láser 10 en una primera dirección 10 a través de una región de detección 12. Aunque aquí se utiliza una línea láser, se puede usar cualquier tipo de fuente de radiación que utilice radiación electromagnética enfocada. La región de detección 12 es una región a través de la cual los objetos se desplazan después de haber salido de la banda transportadora 2, cuando se encuentran en una trayectoria de caída libre 6. La línea láser 10 puede tener un ancho sustancialmente igual que la banda transportadora 2 desde la que se guía el flujo de objetos 4 en la trayectoria de caída libre 6, para garantizar que todos los objetos en el flujo de objetos 4 viajen a través de la región de detección 12. Un detector, aquí una cámara 14, detecta radiación en un plano de medición 16 que se cruza con la línea láser en la región de detección 12. El plano de medición 16 puede tener un ancho sustancialmente igual al de la línea láser 10.

La primera dirección 10 y la segunda dirección 16 están separadas y tienen una sección transversal en la región de detección 12. La región de detección 12 está fuera de banda y en una posición donde el flujo de objetos 4 descargado de la banda transportadora 2 está en una trayectoria de caída libre 6. Si no hay ningún objeto presente en la región de detección 12, la línea láser afectará a una parte de un elemento de fondo que no es detectado por la parte del plano de medición que viaja a través de la región de detección. Por lo tanto, no se detectará radiación electromagnética reflejada si no hay ningún objeto presente, lo que permite reconocer claramente si hay un objeto presente en la región de detección.

El ángulo entre la primera dirección 10 y la segunda dirección 16 está preferible dentro del intervalo de 3° - 80° , más preferiblemente dentro del intervalo de 5° - 60° , más preferiblemente dentro del intervalo de 8° - 40° , más preferiblemente dentro del intervalo de 10° - 35° , más preferiblemente dentro del intervalo de 15° - 30° , más preferiblemente dentro del intervalo de 20° - 25° .

La longitud de onda de la radiación electromagnética emitida está preferiblemente dentro del intervalo de 300 nm - 2000 nm, más preferiblemente dentro del intervalo de 400 nm - 700 nm.

La determinación de las propiedades materiales de los objetos en el flujo de objetos se realiza en base a la radiación electromagnética directamente reflejada en la superficie de los objetos, la radiación electromagnética difusa reflejada de los objetos y/o la altura de los objetos. Los umbrales se pueden utilizar para determinar las propiedades ópticas de los objetos. Con referencia a la Fig. 5, la radiación electromagnética directamente reflejada se puede ver como la intensidad al máximo en la dirección y, la radiación electromagnética difusa reflejada se puede ver como el ancho de línea alrededor del máximo en la dirección y, la altura se puede ver como el máximo en la dirección y. La determinación de la altura es beneficiosa cuando se trata del cálculo de la trayectoria de los objetos en el flujo de objetos.

El análisis de la información del escaneo óptico también puede comprender la identificación y el análisis de varias superficies de objetos transparentes en el flujo de objetos, basado en superficies dobles como se observa en la Fig. 5.

De acuerdo con una realización, la determinación de la transparencia de los objetos en el flujo de objetos se logra comparando la radiación electromagnética directamente reflejada con los valores de umbral. A continuación, se utiliza un primer valor de umbral para determinar si hay un objeto presente si la radiación electromagnética directamente reflejada

excede el primer valor de umbral. A continuación, se utiliza un segundo valor de umbral, superior al primer valor de umbral, para determinar que el objeto es transparente si la radiación electromagnética directamente reflejada no excede el segundo valor de umbral. Varios de estos umbrales se pueden aplicar para determinar las probabilidades de que el objeto sea transparente. Se pueden aplicar combinaciones de umbrales para los diferentes parámetros, es decir, la radiación electromagnética directamente reflejada en la superficie de los objetos, la radiación electromagnética difusa reflejada de los objetos y/o la altura de los objetos, para determinar diversas propiedades ópticas de los objetos.

Además, las máquinas de aprendizaje profundo o de vectores de soporte se pueden utilizar para determinar las propiedades de los objetos.

Para eliminar la radiación electromagnética ambiental en el análisis de la radiación electromagnética detectada, se puede registrar un marco con el láser encendido y un marco con el láser de. A continuación, se realiza una sustracción de fondo en el análisis para eliminar la radiación electromagnética ambiental. También se puede utilizar la pulsación del láser con un divisor de haz para este fin.

El aparato puede comprender además una unidad de eliminación, como un soplador de aire, configurada para eliminar objetos que se rechazan en el análisis y, por lo tanto, categorizar los objetos con base en el análisis.

El aparato puede incluir además un filtro de paso de banda en el detector, radiación electromagnética polarizada o filtro de polarización delante del detector.

El aparato también puede utilizar una detección 3D escaneada con espejo poligonal o puede utilizarse en combinación con otros detectores.

La Fig. 2 muestra un aparato similar al de la Fig. 1 pero que comprende una pluralidad de iluminaciones de líneas paralelas 8, configuradas para crear una pluralidad de líneas láser paralelas. Esto permite que una, como en este caso, o varias cámaras 14 detecten la radiación electromagnética reflejada de la pluralidad de líneas láser paralelas en una pluralidad de regiones de detección 12 en diferentes posiciones en la trayectoria de caída libre 6 del flujo de objetos 4. De esta manera, se pueden determinar las posiciones de los objetos en las diferentes regiones de detección 12, para determinar un movimiento, o trayectoria, de los objetos en el flujo de objetos 4.

En los sistemas de categorización, la velocidad del objeto y la dirección de movimiento normalmente se supone que son constantes entre la detección y la expulsión y si los objetos se mueven a una velocidad no constante, existe el riesgo de que se eliminen de forma imprecisa los objetos rechazados. En algunas situaciones, la ventana de expulsión aumenta para compensar la variación en el movimiento. Esto conduce a una expulsión estable, pero también a un aumento de la eliminación no deseada de objetos de la secuencia de objetos 4.

Una alternativa a todas las zonas de detección que están en la trayectoria de caída libre del flujo de objetos es que una o más de ellas estén en el flujo de objetos en la banda transportadora, antes de estar en una trayectoria de caída libre.

La distancia mínima entre la detección y la expulsión se determina por el tamaño de píxel y la latencia. Para sistemas con tamaños de píxeles grandes, la distancia mínima entre la detección y la expulsión puede ser bastante grande. Si se combinan dos detectores, el movimiento de los objetos reduce el rendimiento de los algoritmos de convergencia y, por lo tanto, también el rendimiento de expulsión. Al determinar la trayectoria de los objetos en el flujo de objetos se puede realizar una expulsión más precisa del objeto, y se puede lograr una mejor categorización general.

Alternativamente, o como complemento al uso de los datos de clasificación para la categorización como se describe anteriormente, los datos del paso de clasificación pueden utilizarse en el mismo aparato o transferirse a otro dispositivo para realizar diversas operaciones, como la categorización, en etapas posteriores, así como para el análisis estadístico.

La Fig. 6 muestra una estimación de movimiento de un objeto realizada por un aparato de acuerdo con la Fig. 2. Dos detectores de alta resolución A, C son responsables de la estimación del movimiento del objeto, mientras que un detector de baja resolución B es responsable de la clasificación del material del objeto. Los objetos detectados del primer detector de alta resolución A se buscan y se asignan a los objetos correspondientes en el segundo detector de alta resolución C. De acuerdo con las posiciones correspondientes del objeto en el primer y segundo detector de alta resolución A, C la posición del objeto se interpolará para el detector de baja resolución B y para una barra de soplado D. Los datos del sensor del detector de baja resolución B se combinan en la posición de imagen interpolada. La barra de soplado D utiliza una posición interpolada para la expulsión. La posición del primer y segundo detector de alta resolución A, C es desarticulada, mientras que el detector de baja resolución B se puede montar en todas partes. La posición interpolada reduce el error de expulsión y convergencia de objetos rodantes.

El aparato también puede comprender varios láseres de diferentes longitudes de onda, lo que permite la determinación de otras propiedades ópticas, como el color de los objetos y el análisis de otros parámetros basados en la espectroscopia. Láseres en diferentes posiciones, como en la Fig. 2, se puede utilizar para este propósito, pero también múltiples láseres pulsados en el mismo plano óptico es una posibilidad.

El aparato también puede combinar diferentes polarizaciones láser para filtrar porciones de la radiación electromagnética reflejada y distinguir más fácilmente las propiedades de los objetos en el flujo de objetos. El aparato puede, por ejemplo, comprender varios láseres con diferentes polarizaciones o una cámara de polarización.

5 La Fig. 3 muestra un aparato para la inspección de objetos similar al de la Fig. 1. Sin embargo, el aparato tiene en esta realización una cámara 14 que detecta radiación en un área que cubre tanto la región de detección 12 como una zona 22 donde la iluminación de la línea impacta un elemento de fondo 24. Esto permite que la cámara 14 detecte una reflexión de iluminación de línea en el elemento de fondo 24, lo que permite determinar si hay un objeto presente en la región de detección 12 con base en la reflexión del elemento de fondo 24. Esto es útil cuando se trata de detectar objetos que exhiben niveles de reflexión muy bajos. Una sola cámara 14 aquí cubre tanto la región de detección 12 como la zona 22 en el elemento de fondo 24, sin embargo, también se pueden utilizar dos detectores diferentes para estos fines.

15 La Fig. 7 muestra una vista esquemática de la radiación electromagnética detectada por el detector en el aparato de la Fig. 3. La señal del objeto estará presente cuando haya un objeto en la región de detección que refleje la radiación electromagnética emitida por la línea láser, mientras que la señal de fondo se puede utilizar para determinar si hay un objeto muy oscuro, que es esencialmente no reflectante, en la región de detección. La señal de fondo, siendo la radiación electromagnética emitida por la línea láser y reflejada por el elemento de fondo, también se puede utilizar como una forma de calibrar la línea láser contra la zona oscura para referencia de fondo.

20 La línea láser reflejada por el elemento de fondo también se puede utilizar para determinar si un objeto en el flujo de objetos es transparente, dado que un objeto transparente dará lugar a la transmisión de parte de la radiación electromagnética emitida, mientras que un objeto opaco no permitirá ninguna transmisión de la radiación electromagnética emitida.

25 La Fig. 4 es un diagrama de flujo de un método de inspección de objetos, que comprende los pasos de: guiar S1 un flujo continuo de objetos 4 en una trayectoria de caída libre 6, a lo largo del cual el flujo de objetos 4 se alimenta en una sola capa de objetos a través de una región de detección 12; iluminar S2 la región de detección 12 en una primera dirección 10; escanear ópticamente S3 la región de detección 12 en una segunda dirección 16; y analizar S4 la información del escaneo óptico; en donde el plano de medición 12 y la primera dirección 10 están separados y tienen una sección transversal en la región de detección 12.

35 Las posibles aplicaciones para el método y el aparato van más allá, pero no se limitan a, la clasificación y/o categorización de vidrio, papel de aluminio, servilletas, placas de circuito impreso, cartuchos, material minero, así como análisis de calidad de los alimentos en cuanto al tamaño y detección de grietas o materiales extraños. También se puede utilizar para identificar polímeros en un flujo de residuos.

40 La persona experta en la técnica se da cuenta que la presente invención no se limita de ninguna manera a las realizaciones descritas anteriormente. Por el contrario, muchas modificaciones y variaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones anexas. Por ejemplo, la fuente de radiación y el detector pueden organizarse en cualquier dirección que permita llevar a cabo el método de acuerdo con la invención.

45 Además, las variaciones en las realizaciones descritas pueden ser comprendidas y afectadas por la persona con experiencia para practicar la invención reclamada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones anexas. En las reivindicaciones, la palabra "comprende" no excluye otros elementos o pasos, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la clasificación de objetos, el método comprende los pasos de:

- 5 - guiar (S1) un flujo continuo de objetos (4) desde un mecanismo de transporte (2) directamente a una trayectoria no soportada (6), a lo largo de la cual dicho flujo de objetos (4) se alimenta a través de una región de detección (12);
- emitir radiación electromagnética a lo largo de una primera dirección (10) para iluminar (S2) dicha región de detección (12), que la radiación electromagnética emitida forma una banda de radiación que se extiende en una dirección ortogonal a dicha primera dirección;
- 10 - escanear ópticamente (S3) de dicha región de detección (12) para detectar la radiación electromagnética reflejada por el al menos un objeto en la región de detección (12) mediante la visualización de dicha región de detección a lo largo de una segunda dirección (16), en donde la primera dirección (10) y la segunda dirección (16) tienen una sección transversal en la región de detección (12) y forman un ángulo relativo entre sí dentro del intervalo de 3° - 80°;
- analizar (S4) la información del escaneo óptico; y
- 15 - clasificar (S5) los objetos del flujo de objetos con base en el análisis de la información de reflexión del escaneo óptico;

en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende analizar los objetos basados en la intensidad y la propagación de la radiación detectada del escaneo óptico **caracterizado porque** el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende comparar la información con la información en una tabla de búsqueda y/o comparar la información con los umbrales.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho paso de clasificar dicho objeto comprende además la categorización de los objetos del flujo de objetos en al menos dos direcciones diferentes basado en el análisis de la información de reflexión del escaneo óptico.

3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende además comparar la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por el al menos un objeto en el flujo de objetos con la información en una tabla de búsqueda y/o con uno o más umbrales para determinar la transparencia o información de reflexión de dicho al menos un objeto.

4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar la información de reflexión comparando la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por el al menos un objeto en el flujo de objetos a un primer umbral, y posteriormente comparar la radiación electromagnética de la iluminación que se refleja directamente por dicho al menos un objeto a un segundo umbral para determinar la transparencia de dicho al menos un objeto, en donde el segundo umbral se encuentra por encima del primer umbral, y posteriormente establecer la información de reflexión.

5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende además la determinación de perfiles de altura de objetos en el flujo de objetos.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tabla de búsqueda es una tabla de búsqueda de una, dos o N dimensiones.

7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende el uso de máquinas de aprendizaje profundo o de vectores de soporte.

8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un paso de escanear ópticamente una zona en un elemento de fondo donde la iluminación de la línea incide sobre dicho elemento de fondo, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar si el material está presente en la región de detección basado en la información del escaneo óptico de la zona en el fondo.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde los pasos de escanear ópticamente la zona en el elemento de fondo y escanear ópticamente la región de detección se realizan simultáneamente con una cámara.

10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el paso de iluminar dicha región de detección con radiación electromagnética se realiza con una pluralidad de iluminaciones de línea para una pluralidad de regiones de detección y el paso de escanear ópticamente dicha región de detección se realiza en una pluralidad de líneas de medición para dichas regiones de detección.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar el movimiento de los objetos en el flujo de objetos.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en donde la pluralidad de iluminaciones de línea tienen diferentes longitudes de onda, en donde el paso de analizar la información del escaneo óptico comprende determinar las propiedades ópticas y las propiedades físicas de los objetos en el flujo de objetos.

13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en donde la pluralidad de iluminaciones de línea tienen diferentes polarizaciones.

14. Un aparato para la clasificación de objetos, el aparato que comprende:

- 5 - medios para guiar un flujo continuo de objetos (4) desde un mecanismo de transporte (2) directamente a una trayectoria no soportada (6), a lo largo de la cual dicho flujo de objetos (4) se alimenta a través de una región de detección (12);
- medios para emitir radiación electromagnética en una primera dirección (10) para iluminar dicha región de detección (12), que la radiación electromagnética emitida forma una banda de radiación que se extiende en una dirección ortogonal
- 10 a dicha primera dirección;
- medios para el escanear ópticamente dicha región de detección (12) configurada para detectar la radiación electromagnética reflejada por el al menos un objeto en la región de detección (12) mediante la visualización de dicha región de detección a lo largo de una segunda dirección (16), en donde la primera dirección (10) y la segunda dirección (16) tienen una sección transversal en la región de detección (12) y forma un ángulo relativo entre sí dentro del intervalo
- 15 de 3° - 80°;
- medios para analizar la información del escaneo óptico configurado para analizar los objetos con base en la intensidad y la propagación de la radiación detectada del escaneo óptico; y
- medios para clasificar objetos del flujo de objetos basado en el análisis de la información de reflexión del escaneo óptico;
- 20 **caracterizado porque** los medios para analizar la información del escaneo óptico se configuran adicionalmente para comparar la información con la información en una tabla de búsqueda y/o para comparar la información con umbrales.

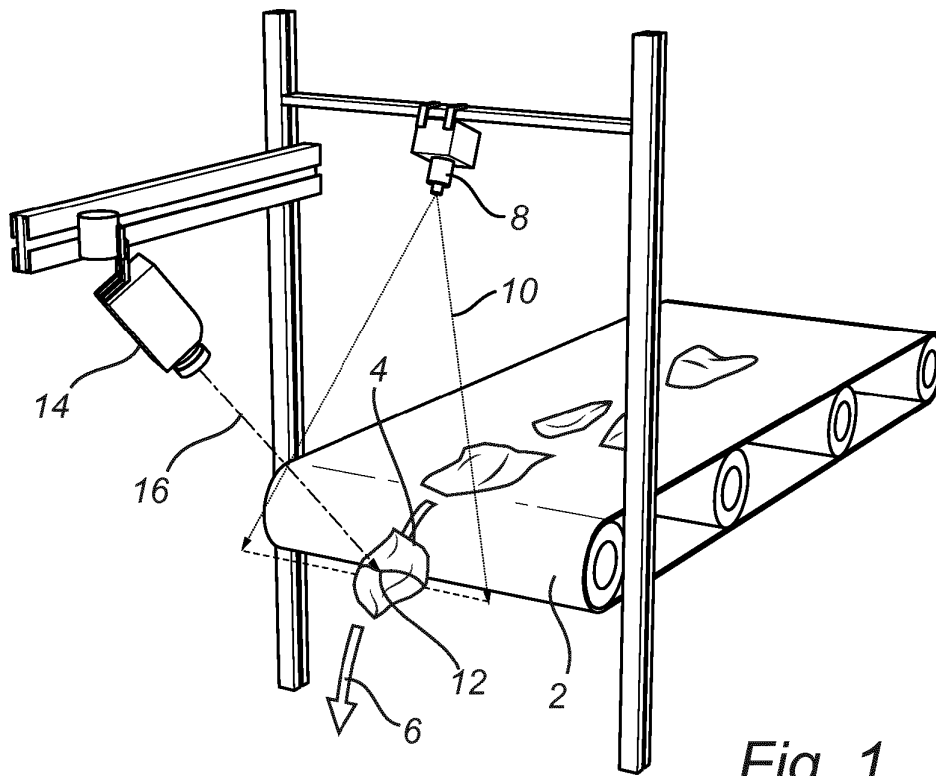


Fig. 1

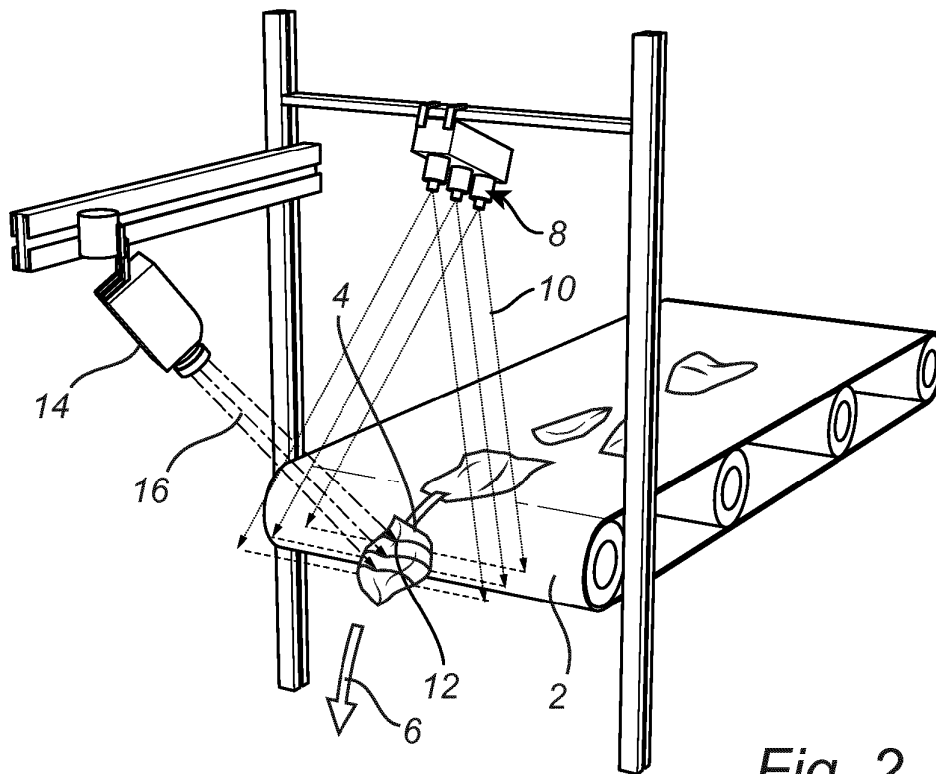


Fig. 2

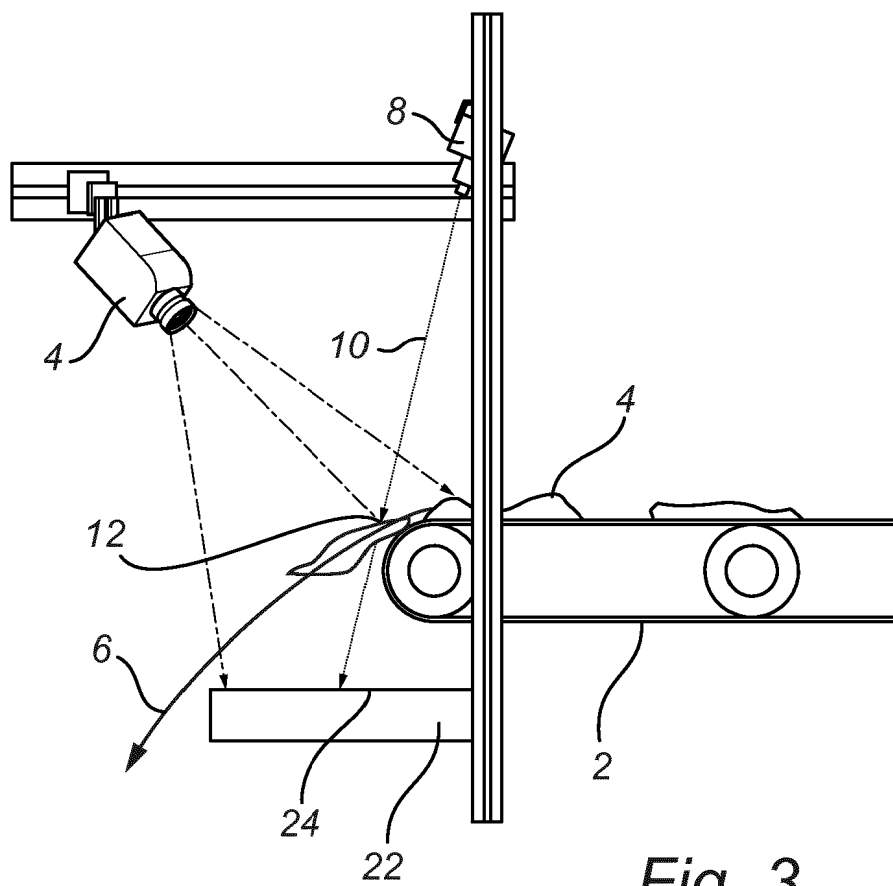


Fig. 3

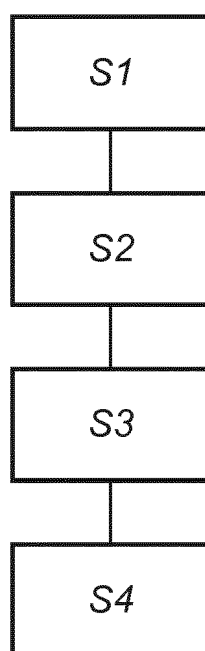


Fig. 4

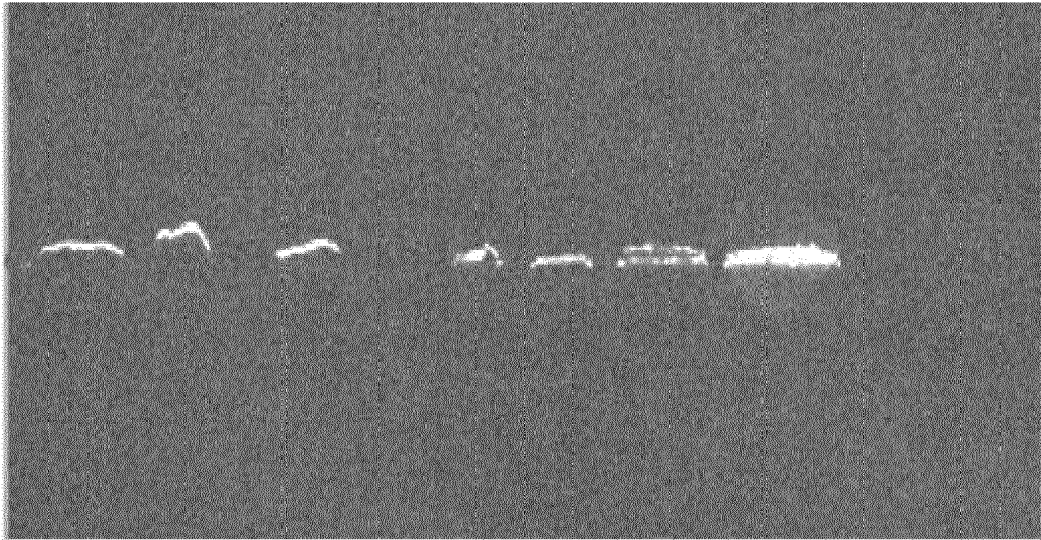


Fig. 5

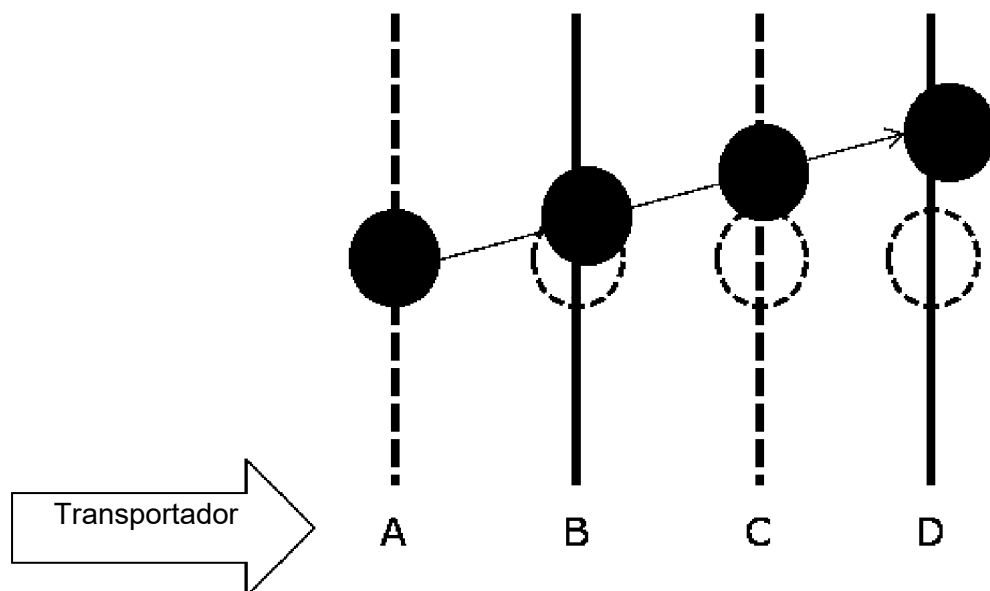


Fig. 6

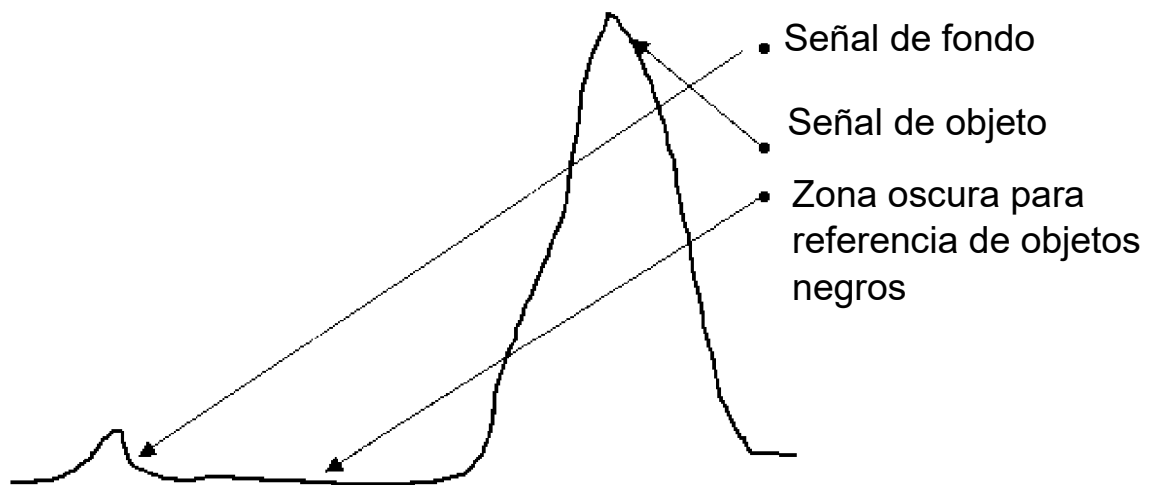


Fig. 7