



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 670**

51 Int. Cl.:
G01N 21/47 (2006.01)
G01N 21/89 (2006.01)
B07C 5/342 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00907893 .2**
86 Fecha de presentación : **20.03.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1185854**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.03.2002**

54 Título: **Inspección de materiales.**

30 Prioridad: **19.03.1999 GB 9906326**
20.09.1999 GB 9922140

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73 Titular/es: **TITECH VISIONSORT AS.**
Ryensvingen 11B
N-0680 Oslo, NO

72 Inventor/es: **Ulrichsen, Borre, Bengt;**
Tschudi, Jon, Henrik y
Johansen, Ib-Rune

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 276 670 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

Inspección de materiales.

5 La presente invención se refiere a la inspección automática de materiales, por ejemplo, a la inspección y clasificación automática de objetos diferenciados de composiciones diversas, por ejemplo, objetos de desecho.

Debido a la reciente atención a la recogida y al reciclado de desechos, la economía de costes de la clasificación de desechos se ha convertido en un parámetro económico esencial.

10 En Alemania, en el "Sistema Dual", todos los envases reciclables de desecho "no-biológicos", excluyendo los recipientes de cristal y los periódicos, son recogidos y clasificados en más de 300 plantas clasificadoras.

Los objetos pueden ser clasificados en base a:

15 Tamaño

Densidad/peso

20 Contenido en metales (utilizando el efecto de las corrientes parásitas).

El contenido de metales ferrosos se clasifica utilizando separación magnética, pero la mayor parte de objetos tales como botellas de plástico y envases de cartón para bebidas todavía se clasifican hoy en día de manera manual en una proporción considerable. Algunos envases de bebidas contienen una barrera de aluminio y pueden ser expulsados del flujo de desechos mediante la inducción de corrientes parásitas. En general, los envases de bebidas presentan en su forma más simple un objeto compuesto consistente en cartón con capas superpuestas de polímero tanto en sus superficies interiores como exteriores.

30 Hoy en día existen diversos sistemas de clasificación que pueden clasificar un cierto número de botellas/objetos de plástico entre sí, cuando llegan de manera secuencial (es decir, uno tras otro). La detección se basa en el análisis del espectro infrarrojo reflejado. Para separar los diversos polímeros se realiza un análisis de variancia bastante elaborado y por este motivo los sistemas de detección resultan caros. Los objetos que están siendo alimentados de manera secuencial pasan por debajo del detector espectral de infrarrojos, con lo cual la luz infrarroja ilumina los objetos y se utilizan las intensidades relativas de las longitudes de onda seleccionadas de la radiación infrarroja reflejada para determinar la composición particular de los plásticos que pasan por debajo del cabezal de detección. Más abajo del cabezal de detección existe un cierto número de chorros de aire que expulsan por soplado los objetos de plástico individuales a los respectivos contenedores dependiendo del plástico que constituye la mayor parte del objeto.

40 En la patente USA-A-5.134.291 se da a conocer un sistema similar, en el cual, aunque los objetos a clasificar pueden estar fabricados de cualquier material, por ejemplo, metales, papel, plásticos o cualquier combinación de los mismos, es crítico que, por lo menos, algunos de los objetos estén fabricados de manera predominante de PET (tereftalato de polietileno) y de PS (polistireno) así como de manera predominante, por lo menos, de dos materiales entre PVC (cloruro de polivinilo), PE (polietileno) y PP (polipropileno), por ejemplo, objetos que incluyen: un objeto fabricado de manera predominante de PET, un objeto fabricado de manera predominante de PS, un objeto fabricado de manera predominante de PVC y un objeto fabricado de manera predominante de PE. Una fuente de NIR (cercana a infrarrojos), preferentemente una lámpara de tungsteno, realiza una radiación NIR sobre un transportador que hace avanzar los objetos de manera secuencial, el cual refleja el NIR en un detector en forma de un espectrómetro NIR de rejilla de exploración o un espectrómetro NIR con una disposición de diodos. El detector está conectado a un ordenador digital conectado a una serie de electroválvulas que controlan una fila de empujadores accionados por aire dispuestos a lo largo del transportador, opuestos a una fila de transportadores transversales. Se mide la reflectancia difusa de los objetos irradiados en la zona NIR para identificar los plásticos particulares de cada objeto, y se acciona la electroválvula apropiada, actuando de este modo sobre los empujadores para dirigir el objeto lateralmente desde el transportador hasta el transportador transversal apropiado. El ordenador puede manipular datos en forma de mediciones independientes de longitudes de onda y en forma de espectro. Puede relacionarse la medición de una longitud de onda con la medición de otra longitud de onda. Sin embargo, preferentemente, los datos son manipulados en forma de espectro y los espectros son manipulados mediando un proceso de señales analógicas y de reconocimiento de la configuración digital, para hacer que las diferencias sean más evidentes y la identificación resultante más fiable.

60 El documento DE-A-4312915 da a conocer la separación de plásticos, en particular de desechos de plástico, en tipos separados, en base al hecho de que algunos tipos de plásticos tienen un espectro de IR característico. En el procedimiento espectroscópico de IR, se mide la intensidad de la radiación reflejada de manera difusa de cada muestra en un número diferenciado de longitudes de onda NIR de manera simultánea, y se comparan las intensidades medidas. Se toman mediciones de las longitudes de onda en las que los tipos de plásticos respectivos producen las intensidades mínimas de radiación reflejada. Por ejemplo, si deben separarse tres plásticos diferentes, se mide cada muestra en tres longitudes de onda de manera simultánea, con lo que se identifica un tipo de plástico en una primera comparación de la intensidad de la radiación reflejada en la longitud de onda menor con la de la segunda longitud de onda menor, y los

ES 2 276 670 T3

otros dos tipos de plástico se determinan en una segunda comparación de la intensidad mayor en una longitud de onda en la primera comparación con la intensidad de la tercera longitud de onda. Para medir la luz de longitudes de onda particulares, los detectores respectivos pueden tener filtros de paso de banda estrechos para las respectivas longitudes de onda requeridas, y los respectivos cables que constituyen un cable de fibra óptica dividido están asignados a los detectores respectivos, estando situadas las entradas del cable en la trayectoria del haz de luz de una lente para detectar la luz reflejada desde la muestra. Como alternativa, se sitúa un elemento dispersor de la luz, por ejemplo, un prisma o una rejilla, en la trayectoria del haz, después de la lente, y se disponen diversos detectores para detectar el NIR de las longitudes de onda requeridas. Las instalaciones de clasificación están controladas mediante la utilización de los datos de detección obtenidos mediante las comparaciones. Como un ejemplo adicional, pueden separarse cinco plásticos diferentes, a saber, PA (poliamida), PE, PS, PP, y PETP, utilizando puntos de medición en cinco longitudes de onda diferentes entre 1.500 nm y 1.800 nm.

El documento EP-A-557738 da a conocer un método automático de clasificación con separación específica de las substancias de diferentes componentes de plástico, en particular de desechos domésticos e industriales. En el método, la luz es radiada sobre los componentes de plástico, o se calientan los componentes de plástico por encima de la temperatura ambiente, la luz emitida por los componentes de plástico y/o la luz que los atraviesa (en una realización en la cual se mide la luz transmitida a través de los componentes y a través de una cinta que los conduce), es recibida en longitudes de onda de IR seleccionadas, y se identifica el material de los respectivos componentes de plástico a partir de las diferencias en la intensidad (contraste) entre la luz emitida y/o absorbida, medida, por lo menos, en dos longitudes de onda diferentes. La luz emitida, o que atraviesa, es recibida mediante una cámara que la reproduce en un detector a través de una lente. Puede utilizarse un detector unidimensional de una línea, aunque puede utilizarse un elemento detector de matriz bidimensional o un detector de un único elemento, con una instalación de exploración. A efectos de que la cámara pueda recibir la luz en las longitudes de onda de IR seleccionadas, pueden montarse filtros de interferencia tanto delante de la fuente luminosa como delante de la lente del detector. En un ejemplo en el cual el material de los componentes de plástico se identifica a partir las diferencias en la intensidad de la luz emitida en dos longitudes de onda diferentes, se escogen las longitudes de onda para producir el contraste máximo. Esto significa que se selecciona una longitud de onda de manera que la intensidad máxima de la luz emitida se obtenga con un ángulo de visión específico, mientras que la otra longitud de onda se selecciona de manera que, con dicho ángulo de visión, se obtenga la intensidad mínima. Puede conseguirse el cambio de longitudes de onda mediante el montaje de los filtros en un disco rotativo, estando sincronizada la frecuencia de rotación con la frecuencia de formación de la imagen del detector. Como alternativa, puede emplearse un filtro óptico sintonizable, que puede ser disparado eléctricamente. Las señales eléctricas generadas por el detector son introducidas en un procesador electrónico de señales, digitalizadas y posteriormente evaluadas mediante un programa de procesamiento de imágenes. Se garantiza que en el momento de formar la imagen, los componentes de plástico están aproximadamente a la misma temperatura, ya que las diferencias de contraste pueden ser también ocasionadas por diferencias de temperatura. La cinta debe estar compuesta de un material que garantice un contraste constante en las longitudes de onda individuales.

Se conoce también un sistema anterior en el cual la detección espectral de infrarrojos se realiza desde abajo de los objetos, pasando los objetos de manera secuencial por encima de un orificio a través del cual se dirigen los IR. Asimismo, los infrarrojos reflejados son utilizados para clasificar los objetos según los diversos plásticos en el interior de los respectivos objetos.

El documento WO-A-98/44335 da a conocer un sistema para clasificar productos que consisten en piezas sueltas de naturalezas muy distintas, tales como guisantes, uvas o gambas, o productos alimenticios secos o congelados a baja temperatura, cualquier tipo de minerales o de medicamentos en forma de tabletas o cápsulas. Se utiliza principalmente para separar partes de bajo valor y objetos extraños de las partes buenas en una corriente ancha. La corriente se desplaza a través de una zona de detección, a efectos de permitir que las piezas sueltas sean caracterizadas y distinguir de este modo entre las piezas buenas que esencialmente no tienen irregularidades y las piezas de menor valor o los objetos extraños. El aparato incluye dos fuentes de láser que generan luz de dos frecuencias distintas, estando dispuestos estos haces de láser juntos para formar un haz láser combinado mediante un espejo dicróico y un espejo ordinario. Este haz combinado es dirigido hacia un espejo rotativo poligonal que tiene su eje de rotación en el eje del polígono y que se prolonga en la dirección de alimentación de la corriente. El haz combinado reflejado desde el espejo poligonal rotativo explora una sección transversal de la corriente y es dispersado y/o reflejado por las piezas sueltas de la corriente. Parte de la luz dispersada vuelve a la cara del espejo poligonal desde la cual fue reflejada como parte del haz combinado y, a través de esta cara, es transmitida a lo largo aproximadamente de la misma trayectoria que el haz combinado hasta un primer disociador del haz que refleja la luz dispersada a través de un sistema de lentes hasta un segundo disociador del haz. El primer disociador del haz tiene una abertura central que permite que el haz combinado de las fuentes de láser atraviese sin obstáculos. El segundo disociador del haz separa la luz dispersada en dos bandas luminosas de frecuencia diferente, las cuales son recibidas a continuación mediante los detectores respectivos. El aparato incluye un segundo plano en forma de un tubo que se extiende perpendicularmente a la dirección de alimentación y que es explorado mediante el haz combinado, teniendo el tubo en buena parte las mismas características en lo que se refiere a la dispersión del haz combinado. La corriente es llevada hasta el tubo mediante una cinta transportadora, y más allá del tubo existe un dispositivo de aire comprimido que forma un sistema de eliminación de las piezas de menor valor o de los objetos extraños.

Los documentos USA-A-5260576 y USA-A-5339962 dan a conocer un método y un aparato para distinguir y separar artículos de material que tienen diferentes niveles de absorción de radiación electromagnética penetrante, mediante la utilización de una fuente de radiación para irradiar una zona de irradiación que se extiende en sentido

ES 2 276 670 T3

transversal a una trayectoria de alimentación sobre la cual pasan o son alimentados los artículos de material. La zona de irradiación incluye una serie de detectores de la radiación separados en sentido transversal para recibir los haces de la radiación de la fuente de radiación, recibiendo los detectores substancialmente la radiación en una línea directa desde la fuente. Los artículos de material pasan a través de la zona de irradiación entre la fuente de radiación y los detectores, y éstos miden uno o varios de los haces transmitidos, en cada artículo que pasa a través de la zona de irradiación para producir señales de procesado que son analizadas mediante analizadores de señal para producir señales para accionar un dispositivo separador, a efectos de descargar los artículos irradiados hacia diferentes posiciones dependiendo del nivel de absorción de la radiación de cada uno de los artículos. La publicación determina que pueden separarse las mezclas que contienen metales, plásticos, tejidos, papel y/o otros materiales de desecho de estos tipos, dado que la radiación electromagnética penetrante pasa típicamente a través de los artículos de materiales diferentes en grados diferentes, facilitando ejemplos de separación de latas de bebidas de aluminio, de mezclas que contienen dichas latas y recipientes de plástico, y de la separación de plásticos clorados de una mezcla de desechos sólidos de una población. La fuente de la radiación penetrante puede ser una fuente de rayos X, una fuente de microondas, una substancia radioactiva que emite rayos gamma, o una fuente de energía UV, energía IR o de luz visible. Se da a conocer como ejemplo de artículos de material que han sido separados con éxito, recipientes reciclables de plástico, tales como recipientes de poliéster y recipientes de cloruro de polivinilo (PVC), que fueron separados utilizando rayos X. El documento WO-A-95/03139 da a conocer un sistema similar, que se utiliza para clasificar automáticamente, mediante el color, recipientes de cristal y de plástico una vez consumidos.

En un sistema de corrientes parásitas para expulsar metales de un flujo de desechos, el rodillo final de descarga de una cinta transportadora contiene normalmente un potente campo magnético alternativo, generado mediante imanes permanentes contenidos en su interior y distribuidos a lo largo del rodillo y girando en sentido contrario con respecto al sentido de rotación del rodillo. Este campo expulsa objetos metálicos en grados variables, dependiendo de la magnitud y de la conductibilidad del metal del objeto. Dado que los objetos metálicos en los que el contenido en metal es pequeño, por ejemplo, envases de cartón ya consumidos de un laminado compuesto por cartón recubierto de polímero y lámina de aluminio, solamente son afectados débilmente por el campo magnético, dichos envases tienden a no ser separados mediante el sistema de expulsión de corrientes parásitas.

Otro sistema conocido utiliza un campo electromagnético para la detección de corrientes parásitas mediante la inducción de corrientes parásitas en el metal en objetos metálicos, y se utiliza la salida de la detección para controlar un dispositivo de expulsión por chorros de aire, pero en este caso los objetos son obligados a estar en cola uno tras otro en líneas individuales.

El documento WO-A-96/06689 da a conocer una combinación de características según los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 21. En particular, da a conocer un sistema para inspeccionar materiales de composición variable de manera automática, y comprende una o más estaciones de detección a través de las cuales avanzan una o varias corrientes de material y se detectan unos materiales determinados de las mismas mediante su espectro de IR reflejado de manera difusa, si existe, y/o a través de la variación de un campo electromagnético mediante sus partes metálicas, si existen. En una versión, una serie de puntos de detección representados mediante lentes está distribuida en una línea recta a través y por debajo de la corriente, cuando pasa por encima de una ranura transversal a través de una placa inclinada hacia abajo en el extremo inferior de una cinta transportadora, con una fuente luminosa independiente para cada lente. Unas fibras ópticas transmiten la radiación IR desde las lentes respectivas hasta un explorador rotativo en donde un difusor proyecta los IR sobre filtros infrarrojos por delante de los detectores de IR exclusivos para las respectivas longitudes de onda, para obtener datos cuya salida es utilizada para controlar unas toberas con chorros de aire que separan las partes deseadas de la corriente. En otras versiones, una fila de fuentes de luz distribuidas a través del ancho total de una o varias cintas transportadoras pueden hacer que partes deseadas de la corriente, en los puntos de detección distribuidos en un arco a través de la corriente, reflejen la luz de manera difusa sobre un espejo parcialmente toroidal que se extiende por encima de dicha anchura total, desde donde se refleja la luz mediante un espejo poligonal rotativo a través de filtros ópticos exclusivos para las diferentes longitudes de onda de IR, en detectores cuyos datos de salida son utilizados para controlar electroválvulas que accionan toberas de chorros de aire que separan las partes deseadas. Como alternativa o adicionalmente, un oscilador y una antena que se extiende por encima de dicha anchura total generan un campo electromagnético a través de la cinta, y unas bobinas sensoras detectan las variaciones producidas en ellas por las partes metálicas de la corriente que pasa a través de la estación de detección, y los datos de detección producidos por las bobinas sensoras son utilizados para controlar las electroválvulas que accionan las toberas para la separación de las partes metálicas. En una versión adicional, se mantienen los espejos poligonales rotativos, y el espejo parcialmente toroidal puede ser sustituido por un espejo compuesto por una serie de facetas o espejos muy pequeños en una fila horizontal transversal a la corriente, la cual, en esta versión, es un laminado compuesto de cartón sobre el cual se ha extrusionado un polímero. Los puntos de detección están dispuestos en una fila recta a través del laminado.

El documento DE-A-3242447 da a conocer un sistema para la inspección de la superficie de una línea textil, incluyendo el aparato varios tubos fluorescentes paralelos entre sí, que iluminan desde diversos ángulos pistas de exploración de diversos dispositivos ópticos de exploración. Las pistas de exploración se complementan una a la otra para cubrir la anchura total de exploración de la línea textil. A efectos de evitar intersticios de exploración que podrían producirse cuando están dispuestos diversos dispositivos ópticos de exploración uno al lado del otro, en serie, una realización particularmente preferente tiene dos filas de dispositivos ópticos de exploración, estando los dispositivos de una fila desplazados en relación con los dispositivos de la otra fila, de tal manera que los intersticios de exploración entre los dispositivos de una fila caen dentro de los límites de la exploración de los dispositivos de

ES 2 276 670 T3

la otra fila. El sistema es aplicable particularmente a una línea textil con recubrimiento, en la cual se ha añadido un
abrillantador al recubrimiento que es excitado por la luz UV para emitir luz que en su mayor parte está comprendida
en una parte del espectro luminoso visible. Cada dispositivo óptico de exploración incluye un dispositivo de detección
compuesto por una disposición de un filtro óptico, situada antes de un fotoconversor, sirviendo la disposición del filtro
5 óptico para limitar la sensibilidad del fotoconversor a la longitud de onda de la banda emitida por el abrillantador. Cada
dispositivo óptico de exploración incluye además un espejo poligonal rotativo que tiene su eje de rotación en el eje
de su polígono y que se extiende en la dirección de alimentación de la línea textil. La luz emitida por el abrillantador
pasa, mediante un sistema de lentes del dispositivo óptico de exploración, al espejo poligonal rotativo que la refleja en
la disposición del filtro óptico del dispositivo de detección.

10 El documento JP-A-11-183399 da a conocer un dispositivo de inspección de defectos superficiales, equipado con
una serie de unidades de cámaras dispuestas una tras otra en el sentido del ancho del material a inspeccionar, en
forma de una 'placa de acero recubierta de una aleación de cinc. Cada unidad de cámara incorpora, por lo menos, dos
cámaras receptoras de la luz que observan la placa bajo condiciones ópticas diferentes. El dispositivo incluye asimismo
15 una sección de procesado que determina la presencia o la ausencia de un defecto superficial en cada posición en la
dirección de la anchura de la placa, en base a los datos de la observación recibidos de las cámaras incorporadas en
la correspondiente unidad de cámara. Si la sección de procesado no puede obtener los datos de observación de una
unidad de cámara determinada, bajo la totalidad de las condiciones ópticas requeridas, en el límite entre las gamas de
observación de dicha unidad de cámara y una unidad de cámara adyacente, utiliza los datos de observación obtenidos
20 mediante dicha unidad de cámara adyacente como los datos de observación que faltan para determinar la presencia o
la ausencia de un defecto superficial en los límites. La placa está iluminada mediante una fuente luminosa de difusión
lineal que se extiende por toda la amplitud de la placa que avanza. La luz se proyecta en la placa desde la fuente
luminosa, por ejemplo, a 60° con respecto a la vertical, a través de una lente cilíndrica y una placa deflectora, cuyo
ángulo de desviación es de 45°. La luz reflejada desde la placa viaja directamente a un espejo y desde allí a las unidades
25 de las cámaras, que están fijadas por encima del espejo.

El documento CA-A-1219933 da a conocer el ensayo de una lámina de material transparente, en particular cristal
plano, respecto a defectos tales como sustancias extrañas o burbujas de gas atrapadas en la lámina, en el cual la
lámina es explorada en toda su anchura mediante un punto luminoso volante, y la radiación emitida y recibida es
30 interceptada, convertida en señales eléctricas y evaluada. Por encima de la lámina existe un receptor para la radiación
reflejada, mientras que por debajo de la lámina existe un receptor para la radiación transmitida, estando conectados
los dos receptores a una unidad de evaluación que está conectada asimismo a unos fotomultiplicadores situados frente
a los bordes laterales respectivos de la lámina. En una versión preferente, está dispuesto un láser con un disociador
del haz que refleja un haz parcial de referencia y otro haz parcial sobre un espejo poligonal rotativo que tiene su eje
35 substancialmente paralelo a la dirección de avance de la lámina. Debido a la rotación del espejo, los haces parciales
exploran la amplitud total de la lámina, haciendo pasar el haz de referencia sobre una banda de referencia con entallas
que se extiende a través de la lámina. Un convertidor fotoeléctrico que está aplicado a cada uno de los extremos de
la banda de referencia, recibe la luz que sale de la banda de referencia y envía la señal correspondiente a la unidad
de evaluación. Si la lámina contiene un defecto en forma de una burbuja en el núcleo, el otro haz parcial ya no
40 llega al receptor superior sino que es desviado a la cara del borde lateral de la lámina, en donde entra en uno o en
ambos fotomultiplicadores. El haz de referencia explora la banda de referencia y entra por sus entallas, produciéndose
impulsos en el fotoconvertidor o fotoconvertidores correspondientes mediante las entallas, siendo comparados estos
impulsos en la unidad de evaluación con los valores correspondientes obtenidos de los fotomultiplicadores.

45 El documento USA-A-5305894 da a conocer un sistema para la clasificación de artículos, tales como patatas fritas,
que calcula el centro geométrico de cualquier artículo que contenga uno o varios defectos y dirige un chorro de aire al
centro geométrico del artículo para su expulsión. Los datos de vídeo de una cámara de exploración son transmitidos a
un procesador de los artículos y a un procesador de defectos. El procesador de artículos conserva en la memoria una
imagen de cada artículo, tanto si es aceptable como defectuoso, mientras que el procesador de defectos conserva una
50 lista de defectos de las coordenadas de las posiciones de los defectos, detectadas solamente en los artículos defectuosos.
El procesador de defectos transmite la lista de defectos al procesador de artículos en donde la lista de defectos es
comparada con la imagen almacenada del artículo. El procesador de artículos calcula el centro geométrico de cada
uno de los artículos defectuosos, que se añade a una lista de artículos defectuosos para ser utilizado en un proceso de
eliminación que acciona chorros de aire dirigidos hacia los centros de los artículos defectuosos. Los artículos pueden
55 ser llevados a la estación de eliminación mediante un transportador que proyecta los artículos aceptables sobre otro
transportador, mientras que los chorros de aire dirigen hacia abajo los artículos defectuosos que vuelan a través del
espacio entre los dos transportadores.

El documento USA-A-5448359 da a conocer un sensor óptico de distancia según el principio de formación de
60 imágenes ópticas confocales para la determinación de los valores de altura y para la medición tridimensional de
superficies, particularmente en la inspección de unidades complejas, dispuesto por ejemplo, para placas de circuitos
impresos. Un haz de iluminación pasa desde un láser a través de un espejo de acoplamiento de salida a un espejo
poligonal rotativo y, a continuación, a través de un objetivo de exploración a la unidad que se está inspeccionando.
El haz de iluminación se refleja desde la unidad volviendo a través del objetivo de exploración y mediante el espejo
65 poligonal al espejo de acoplamiento de salida, desde donde pasa a través de una unidad de disociación del haz en
forma de haces parciales a una serie de fotodetectores. El nivel de altura en el interior de la profundidad de foco es
reconocible mediante el fotodetector con la mayor intensidad de luz.

ES 2 276 670 T3

El documento USA-A-4996440 da a conocer un sistema para medir una zona o una serie de zonas de un objeto para poder determinar una dimensión o una serie de dimensiones del objeto. En un ejemplo, el sistema utiliza una disposición de un espejo para transmitir luz láser pulsante, de manera que la luz incide en sentido descendente en el objeto, y para recibir la luz reflejada en sentido ascendente. El sistema incluye un láser, un espejo plano rotativo y un espejo cóncavo troncocónico que rodea el espejo plano, el cual sirve para dirigir el haz luminoso hacia el objeto. El espejo troncocónico, el espejo plano y un receptor de luz sirven para recibir haces de luz que son reflejados desde el objeto. Unos circuitos electrónicos conectados al receptor de la luz sirven para calcular el tiempo del recorrido del haz desde el objeto y hasta el mismo, con un modulador que hace que el haz luminoso sea modulado con una frecuencia fijada, y el espejo plano rotativo y el espejo troncocónico hacen que el haz luminoso realice un barrido a través del objeto con un ángulo definido o con unos ángulos definidos con respecto a un plano fijo de referencia, durante toda la operación de barrido.

El documento EP-A-0747665 da a conocer la detección de los bordes delantero y posterior de objetos que avanzan a lo largo de una trayectoria definida. Una fuente luminosa dirige un haz de luz hacia un foco luminoso en la trayectoria. La luz reflejada desde el foco luminoso es recibida mediante dos detectores de la luz. El borde delantero de un objeto que avanza, que se aproxima al foco luminoso, bloquea la luz de manera substancial para que no sea recibida por un detector y, a continuación, el borde posterior del objeto que abandona el foco luminoso bloquea de manera substancial la luz para que no sea recibida por el otro detector. Están dispuestos unos circuitos eléctricos para distinguir los cambios en la luz reflejada recibida en cada detector y para determinar si el borde delantero o el borde posterior está bloqueando la luz reflejada. Los datos obtenidos son procesados para proporcionar informaciones sobre el objeto, tales como la altura de los bordes delantero y posterior del objeto y la longitud del objeto.

El documento JP-A-61-82106 da a conocer como convencional un método para detectar desigualdades en la superficie de una carretera desde un vehículo de detección que se desplaza lentamente. El vehículo lleva una cámara dirigida verticalmente en sentido descendente para capturar la imagen de la superficie de la carretera y la luz de un proyector ilumina oblicuamente la superficie de la carretera directamente por debajo de la cámara. Se describe como invención propia el hecho que tenga, en vez del proyector único, un par de proyectores, respectivamente, a los lados derecho e izquierdo del vehículo. Los dos proyectores iluminan la superficie de la carretera con luz de diferentes colores, directamente bajo la cámara, y la superficie iluminada de la carretera es capturada por la cámara en color bien continuamente, o bien a intervalos regulares. Esto facilita distinguir entre las desigualdades de la superficie de la carretera y las grietas de la misma.

El documento USA-A-5220450 da a conocer un sistema óptico de exploración o escaneado que incluye un láser de gas para emitir un haz de escritura, un espejo poligonal rotativo para desviar y reflejar los haces de luz del láser de gas, una lente de exploración que es telecéntrica con respecto al plano de una imagen y que enfoca los haces de luz desviados para formar una imagen en el plano, un detector del foco que recibe la luz reflejada desde el plano de la imagen para detectar el estado del enfoque sobre el plano mediante la lente de exploración, y una unidad de regulación del enfoque que lleva la lente de exploración a enfocar el plano de la imagen en base a la salida del detector de enfoque.

Un problema al cual se dirige la presente invención, es la mejora del sistema del documento WO-A-96/06689, especialmente la reducción de los costes de inversión de la misma sin ninguna reducción significativa en la precisión de los datos obtenidos a partir de la misma, así como, posiblemente, una mejora de la definición de los datos y/o de la flexibilidad del sistema.

Según un primer aspecto de la presente invención, se da a conocer un aparato para inspeccionar de manera automática una corriente de material compuesta por objetos, y clasificar de forma automática dichos objetos, comprendiendo medios de emisión que sirven para emitir un medio de detección, que comprende un espectro de una longitud de onda de una radiación electromagnética que es activa en dicho material, medios de recepción en forma de un espejo poligonal rotativo dispuesto para recibir desde una serie de zonas de detección en dicho material un espectro de una longitud de onda que ha sido modificado mediante modificaciones en dicho material, una serie de medios de detección que sirven para recibir el medio modificado mediante la reflexión en el espejo, para detectar las longitudes de onda respectivas de dicho medio modificado substancialmente de manera simultánea, y para generar datos de detección con respecto a dichas longitudes de onda substancialmente de manera simultánea y dependiendo de las variaciones en dicho medio, medios de obtención de datos conectados a dichos medios de detección y que sirven para obtener datos de detección de los mismos, y medios de eliminación que sirven para eliminar objetos de dicha corriente dependiendo de dichos datos de detección, siendo tal la disposición que los haces del medio modificado que son recibidos en dichos medios de detección y que proceden de las respectivas zonas de detección viajan a lo largo de las trayectorias respectivas, desde dichos materiales hasta dicho espejo, cuyas trayectorias convergen de manera continua entre sí desde dichos materiales hasta dicho espejo, en cuyo aparato dichos medios de detección comprenden una serie de detectores dispuestos para recibir simultáneamente, a su vez, el medio modificado desde grupos de puntos de detección de los mismos, conteniendo cada grupo una serie de puntos de detección correspondientes a los detectores respectivos y situados adyacentes entre sí a lo largo de una trayectoria transversal a dicha corriente y que proporciona una de dichas zonas de detección.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se da a conocer un método para inspeccionar de manera automática una corriente de material compuesta de objetos y para clasificar dichos objetos de manera automática, comprendiendo la emisión desde los medios de emisión de un medio de detección, que comprende un espectro de una longitud de onda de una radiación electromagnética, que es activa en dicho material, siendo modificado dicho medio

ES 2 276 670 T3

mediante variaciones en dicho material, recibiendo un espectro de una longitud de onda de un medio modificado desde una serie de zonas de detección en dicho material en los medios de recepción en forma de un espejo poligonal rotativo, que refleja el espectro de la longitud de onda del medio modificado desde el espejo a una serie de medios de detección, detectando en dichos medios de detección una serie de longitudes de onda separadas de dicho medio modificado, substancialmente de manera simultánea, generando datos de detección desde dichos medios de detección con respecto a dicha serie de longitudes de onda separadas, substancialmente de manera simultánea, y dependiendo de las variaciones en dicho medio y, eliminando objetos de dicha corriente dependiendo de dichos datos de detección, los haces del medio modificado que son recibidos en dichos medios de detección y que proceden de las respectivas zonas de detección viajan a lo largo de las respectivas trayectorias desde dicho material (14) a dicho espejo, cuyas trayectorias convergen de manera continua entre sí desde dicho material a dicho espejo, en cuyo método, cada zona de detección tiene la forma de un grupo de puntos de detección situados adyacentes entre sí a lo largo de una trayectoria transversal a dicha corriente, y en el que el medio modificado desde todos los puntos de detección de cada grupo es recibido simultáneamente en los receptores respectivos de dichos medios de detección.

Debido a estos aspectos de la invención, es posible incrementar la resolución de la detección mediante un factor multiplicador del número de puntos de detección en cada zona y de este modo incrementar la resolución para la misma velocidad de detección, o para una resolución determinada incrementar la velocidad de detección, sin incrementar, por ejemplo, la velocidad de un espejo poligonal rotativo, si existe. De esta manera, pueden identificarse objetos relativamente pequeños con mayor precisión en lo que se refiere a su posición (y a su composición, si se desea), de manera que es posible disponer un sistema particularmente adecuado para la clasificación de productos granulados.

El aparato puede comprender además, por lo menos, un espejo plegable mediante el cual el espejo poligonal rotativo recibe el medio modificado, estando dispuesto el espejo o espejos plegables para reflejar el medio modificado, por lo menos, desde alguna de la serie de zonas de detección.

Una ventaja particular de esta característica en que los haces del medio modificado viajan a lo largo de trayectorias que convergen de manera continua entre sí, es que la anchura del material abarcada por el espejo poligonal rotativo puede ser modificada mediante el cambio de la separación entre el material y dicho espejo, con lo que pueden disponerse una serie de disposiciones, comprendiendo cada una de ellas dicho espejo poligonal rotativo, dichos medios de detección y dichos medios de obtención de datos, que pueden estar dispuestos uno al lado del otro, particularmente en forma de módulos, en sentido transversal al material de manera que cada disposición inspecciona parte de la anchura del material, y las partes anchas inspeccionadas mediante las disposiciones respectivas se superponen una a la otra hasta el grado deseado.

Preferentemente, el material avanza a través de una estación de detección, en la cual está activado el medio de detección.

Las caras reflectantes del espejo poligonal rotativo son, por lo menos, en número de dos, y pueden ser tanto planas como curvadas y tanto substancialmente paralelas como inclinadas con respecto al eje de rotación del espejo, es decir, el espejo puede ser cilíndrico o piramidal.

Los objetos pueden comprender materiales diferentes y, por lo menos, uno de los materiales puede ser identificado a partir de los datos.

Los medios de emisión pueden emitir un haz de exploración del medio de detección para explorar el material.

De este modo, es posible ahorrar energía en la producción del medio de detección, sin perder el nivel de intensidad del medio modificado recibido en los medios de recepción. A efectos de evitar que la sensibilidad de los medios de detección tenga la posibilidad de quedar saturada por la intensidad del haz directo de retorno, los medios de detección están desviados con respecto a la trayectoria de retorno directo. El haz emitido puede ser continuo o pulsante. Es ventajoso emitir dos o más haces de exploración de manera simultánea, y dirigirlos a una zona substancialmente común de la estación, a efectos de proporcionar una amplia exposición al medio de las partes de superficie del material en la zona.

Con la utilización del haz de exploración para irradiar una trayectoria por encima del material, la trayectoria puede ser inspeccionada en un ángulo oblicuo con respecto al material, con lo cual puede comprobarse el perfil general de dicha trayectoria mediante medios de comprobación.

De este modo, es posible, de una manera simple y con un consumo de energía relativamente bajo, comprobar el perfil general del material, especialmente los perfiles generales de los objetos de los que se compone el material.

Preferentemente, el material avanza a través de una estación de detección en la cual está activado el medio de detección.

Puede ser ventajoso, cuando avanza la corriente compuesta por objetos individuales a través de la estación de detección, tener la serie de zonas de detección individuales distribuidas substancialmente a través de la anchura de la corriente en una sección transversal de la corriente. En dicha estación de recepción puede utilizarse una cámara, que es distinta de la de los medios de recepción, para detectar las características espaciales de los objetos y para generar una

ES 2 276 670 T3

segunda serie de datos de detección dependiendo de las características espaciales. Con esta disposición, los medios de obtención de datos estarían conectados a los medios de detección y a la cámara, y servirían para obtener la primera y la segunda series de datos de detección desde los mismos.

5 Las características espaciales pueden comprender perfiles de los objetos respectivos o posiciones relativas de los objetos.

De este modo, es posible clasificar los objetos según su tamaño y/o su composición, según se desee, de una manera simple y económica, y/o expulsar en fases consecutivas las fracciones respectivas de la corriente que difieren entre sí con respecto a sus características, por ejemplo, sus composiciones o sus colores.

Una versión del aparato tiene unos primeros y unos segundos medios de recepción de las primeras y segundas disposiciones respectivas de inspección, separadas unas de otras y dispuestas para recibir, desde el material compuesto por objetos, un medio de detección modificado por las modificaciones en el material. Los primeros y los segundos medios de detección de las respectivas primeras y segundas disposiciones de inspección servirían para recibir el medio modificado mediante reflexión desde los medios de recepción y generar los datos de detección, estando conectados los medios de obtención de datos a los primeros y segundos medios de detección y sirviendo para obtener los datos de detección de los mismos. El aparato es tal que las trayectorias de inspección de las respectivas disposiciones de inspección están substancialmente alineadas entre sí de manera transversal a la corriente, para formar una trayectoria de inspección substancialmente continua.

De este modo, es posible incrementar la anchura del material capaz de ser inspeccionado y/o mejorar la resolución de la inspección de la misma anchura de material, porque las disposiciones de inspección pueden inspeccionar las partes respectivas de la anchura del material o cada una de ellas puede inspeccionar substancialmente la totalidad de la anchura del material. De manera ventajosa, la trayectoria de inspección de cada disposición es substancialmente rectilínea y substancialmente perpendicular en sentido transversal al material y, muy preferentemente, las trayectorias de inspección son substancialmente coincidentes donde se superponen o están directamente haciendo tope entre sí, si no se superponen. Es especialmente deseable que las disposiciones de inspección comiencen tanto en las respectivas exploraciones en el sentido del ancho desde una posición común, como que las respectivas exploraciones terminen en el sentido del ancho en una posición común. Las disposiciones de inspección pueden adoptar la forma de los respectivos módulos dispuestos uno al lado del otro, entre sí.

En otra versión, por lo menos parte del medio emitido pasa a través del material, siendo recibido en los medios de detección el medio modificado que ha pasado a través del material. Se impide que el medio de detección reciba directamente el medio desde los medios de emisión mediante la utilización de medios de protección.

De esta manera, es posible impedir la saturación de los medios de detección mediante el medio recibido directamente desde los medios de emisión, y de este modo que los medios de recepción sean altamente sensibles con relación a las variaciones del medio.

La presente invención es aplicable a una amplia variedad de sistemas de inspección automática de material.

Mediante la aplicación de una serie de sensores y/o de una disposición de exploración, resulta posible introducir un gran número de puntos de detección.

El medio de detección puede ser radiación electromagnética, por ejemplo, IR o luz visible, para detectar variaciones en la constitución o en el color, o un campo electromagnético para detectar partes metálicas en la corriente, al realizar la clasificación de los objetos. Pueden clasificarse objetos de una amplia variedad de materiales entre sí, pero en particular los objetos con la superficie recubierta de plástico pueden ser clasificados de entre otros objetos. En el caso de la actual clasificación automática, los objetos deben estar distribuidos, substancialmente, en una capa única.

Mediante la utilización de la luz visible como medio de detección y realizando un análisis de una serie de longitudes de onda en el espectro de la luz visible de una manera substancialmente simultánea entre sí sobre el medio modificado, es posible identificar el color del material con más precisión, lo cual es particularmente ventajoso, por ejemplo, cuando se clasifican recipientes escasamente coloreados.

Si el material en la estación de detección avanza en unas condiciones de caída libre, es posible llevar a cabo la detección sin necesidad de tener en cuenta la presencia de algún medio de conducción y asimismo es posible llevar a cabo una detección dependiente de la reflexión con una separación substancialmente constante entre el material que avanza y los medios de recepción. Además, la característica mediante la cual el material cae más verticalmente que horizontalmente (preferentemente, verticalmente, o casi verticalmente) en el nivel de detección tiene la ventaja de que el aparato puede ser compacto en sentido horizontal, lo cual es una característica particularmente deseable en una planta de reciclado. Mediante un deflector adecuado por encima del nivel al cual el medio de detección debe estar activo, el material es obligado a caer libremente en una distribución curvada alrededor de un eje vertical, más preferentemente con un radio substancialmente constante desde este eje.

Mediante la disposición de los primeros y segundos receptores para recibir, en diferentes direcciones respectivas inclinadas entre sí y desde una zona común del material, el medio de detección modificado por variaciones en el ma-

ES 2 276 670 T3

terial, los primeros y segundos medios de detección dispuestos para explorar el material de manera transversal a la dirección de alimentación del material mientras se generan las primeras y segundas series de datos de detección dependiendo de las variaciones en el medio recibidas en los primeros y segundos receptores, y los medios de obtención de datos conectados a los primeros y segundos medios de detección y que sirven para obtener las primeras y segundas series de datos de detección de los mismos y utilizar las primeras y segundas series de datos de detección para obtener una indicación de la altura de dicha zona común, es posible identificar, por ejemplo, recipientes sin aplastar en el material, dado que, si, por ejemplo, la intensidad del medio es modificada mediante modificaciones en la orientación del material en las respectivas zonas de detección del material, entonces puede determinarse el volumen de los recipientes mediante la comparación de las primeras y segundas series de datos. Además, por ejemplo, si se modifica la longitud de onda del medio mediante modificaciones en la composición del material en estas zonas de detección, entonces puede determinarse asimismo la composición de los recipientes.

Mediante la exploración de un objeto en sentido transversal a su dirección de alimentación, y recibiendo el medio de detección modificado en su intensidad dependiendo de las orientaciones respectivas de las superficies del objeto orientadas de maneras diferentes, es posible identificar, por ejemplo, un recipiente sin aplastar, dado que la irradiación desde una dirección general producirá variaciones en la intensidad de la irradiación de las superficies dependiendo de su orientación y de las variaciones consiguientes en el medio reflejado, y podrá determinarse el volumen del recipiente. Además, por ejemplo, si se modifica la longitud de onda del medio mediante modificaciones en la composición de los recipientes, también podrá determinarse la composición de los recipientes.

Para la clasificación de objetos, puede hacerse que los objetos caigan libremente. Como alternativa, pueden avanzar a través de la estación de detección sobre una cinta transportadora sinfín. Si los objetos a separar son objetos de plástico que son substancialmente transparentes a la radiación electromagnética, por ejemplo, IR, entonces la superficie de conducción de la cinta debe ser reflectante de manera difusa de la radiación electromagnética.

En el caso de un polímero, pueden utilizarse dos o más bandas de detección de una longitud de onda comprendida en la zona NIR de 1,5 micras a 1,85 micras. En el caso de un producto laminado compuesto de polietileno sobre cartón, se utiliza una primera banda de una longitud de onda centrada substancialmente en 1,73 micras, así como una segunda banda de una longitud de onda centrada a menos de 0,1 micras de la primera banda, por ejemplo, aproximadamente de 1,66 micras.

El material puede comprender productos laminados compuestos de una primera capa y una segunda capa por debajo de dicha primera capa, y de un material que tenga un espectro de radiación electromagnética reflejada substancialmente invisible, significativamente diferente de la del material de la primera capa. Como resultado, el espectro de la radiación electromagnética substancialmente invisible, en particular IR, reflejado desde dicho producto laminado puede ser fácilmente distinguible, diferente del espectro de dicha radiación, reflejado desde una única capa del material de cualquiera de sus capas.

Es posible separar objetos, por ejemplo, objetos de desecho, de una composición predeterminada de una corriente de material, por ejemplo, material de desecho, la cual puede ser relativamente ancha en comparación con una corriente secuencial, de manera que puede conseguirse una velocidad de la separación relativamente elevada.

Típicamente, puede existir una fila transversal de unas 25 a 50 zonas de detección para una corriente de 1 m de ancho. Puede aplicarse un sistema central de detección para “servir” la totalidad de las 25 a 50 zonas de detección si existe suficiente intensidad de IR a través de la anchura de la corriente desde una única fuente, o desde una serie de fuentes de IR, o incluso si existe una fuente de infrarrojos en cada punto de detección. Es preferente un sistema de reflectores de IR a fibras ópticas, dado que un sistema de reflectores es menos costoso, permite un funcionamiento a unos niveles de intensidad de IR más elevados (dado que implica menores pérdidas de la señal de IR) y es menos exigente en cuanto a profundidades focales bien definidas. Si la corriente se desplaza a unos 2,5 m/s, y el sistema es capaz de 100 a 160 exploraciones a través de la corriente cada segundo, en este caso las detecciones pueden ser realizadas con una separación de unos 2,5 a 1,5 cm a lo largo de la corriente. Cuando cada exploración está dividida en 25 a 50 zonas de detección, las detecciones pueden ser realizadas en una malla desde 1,5 x 2,0 cm a 2,5 x 4,0 cm. La exploración transversal de la corriente móvil hace posible realizar una simulación bidimensional que puede ser analizada utilizando procesado de imágenes. De esta forma, es posible detectar:

- composición del material, por ejemplo, espesor y posición en la corriente,
- forma y tamaño de la variación de la composición,
- diversas variaciones de la composición, de manera substancialmente simultánea.

El sistema de procesado de los datos de detección determinará la composición deseada/no deseada en cada zona de detección.

Para el control de calidad de alimentos, por ejemplo, del contenido en materias grasas y de la aptitud para el consumo del pescado y de la aptitud para el consumo de la carne, el aparato mide la calidad del producto alimenticio mediante el control del espectro de absorción en la gama de IR.

ES 2 276 670 T3

Aunque una ventaja de disponer la detección de objetos desde debajo (mejor que desde arriba) del flujo de desechos es que proporciona una distancia desde el punto de detección tan uniforme como sea posible, presenta inconvenientes. Mediante la irradiación de objetos de desecho en una cinta transportadora desde arriba, y mediante la utilización de un sistema reflector para seleccionar aquella parte de la radiación reflejada que se propaga en sentido ascendente, puede hacerse que el sistema sea muy poco sensible al enfoque. La alternativa de que la corriente esté en caída libre es particularmente ventajosa al permitir que la distancia desde el punto de detección al objeto sea tan uniforme como sea posible, evitando al mismo tiempo muchos de los inconvenientes de la detección desde debajo.

Además de los dispositivos sensores del espectro, pueden utilizarse dispositivos sensores electromagnéticos en una estación de detección de metales. Mediante una antena que se extiende a través de la corriente que avanza, puede establecerse un campo electromagnético alternativo a través de la corriente. Mediante la disposición de tantas zonas de detección de corrientes parásitas a través de la corriente (en forma de bobinas de detección individuales), como zonas de detección espectral, puede llevarse a cabo una detección simultánea de metales con un coste adicional muy reducido. De este modo, con un flujo de desechos que incluya envases de cartón para bebidas, recubiertos de polímero, y mediante una serie de diversos chorros de aire dispuestos uno al lado del otro, es posible clasificar:

- envases de cartón para bebidas sin barrera de aluminio,
- envases de cartón para bebidas con barrera de aluminio,
- otros objetos que contengan metales.

Con un análisis espectral más elaborado, resulta asimismo posible identificar y clasificar el tipo de polímero en un objeto de plástico. El sistema podría por lo tanto ser aplicado para clasificar en fracciones separadas los diversos tipos de plásticos que aparecen.

Mediante la utilización de una única estación similar de detección, por lo menos, para dos corrientes de manera simultánea, puede reducirse el coste de la inspección comparado con el caso en que las corrientes tienen las correspondientes estaciones de detección.

A efectos de que la invención sea dada a conocer de manera más clara y completa, se hará referencia a continuación, a modo de ejemplo, a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la figura 1 ilustra, de forma esquemática, con una vista en perspectiva desde arriba, un sistema para la clasificación automática de objetos de desecho de composiciones diferentes,

la figura 2 ilustra, de forma esquemática, en alzado frontal, una versión modificada del sistema, con dos espejos poligonales rotativos en las respectivas primeras posiciones angulares,

la figura 3 es una vista, similar a la figura 2, pero con los espejos en las segundas posiciones angulares,

la figura 4 es una vista, similar a la figura 2 ó 3, pero de otra versión modificada del sistema,

la figura 5 ilustra, de forma esquemática, con una vista en perspectiva desde arriba, una versión adicional modificada del sistema,

la figura 6 ilustra, de forma esquemática, con una vista en alzado frontal, una modificación del sistema,

la figura 7 es una vista, similar a la de la figura 6 de otra modificación del sistema, pero según la presente invención,

la figura 8 es una vista, similar a la de la figura 1, todavía de otra versión modificada del sistema,

la figura 9 muestra, de forma esquemática, una sección vertical a través de otra versión modificada del sistema,

la figura 10 muestra una sección horizontal, de forma esquemática, tomada sobre la línea -X-X- de la figura 9,

la figura 11 muestra un detalle de la figura 9, y

la figura 12 muestra una vista fragmentada, en perspectiva, de forma esquemática, de otra versión adicional modificada del sistema.

El sistema actual utiliza principios del sistema del documento WO-A-96/06689 y debe hacerse referencia a este último para cualquier aclaración necesaria de la presente descripción, haciendo referencia a los dibujos actuales.

Haciendo referencia a la figura 1, una estación de detección (2), que incluye una cámara de vídeo (4) dirigida verticalmente hacia abajo y una unidad de detección (6) idéntica a una de las dos unidades (6) que se describirán al hacer referencia a las figuras 2 y 3, tiene una corriente de material de desecho que incluye objetos (14), tales como recipientes, que avanzan a través de la misma sobre una cinta transportadora (8) substancialmente horizontal, hacia

ES 2 276 670 T3

una disposición transversal de toberas de chorros de aire (10). La zona rectangular de la imagen de la cámara está indicada en (12) y abarca la totalidad de la anchura de la cinta (8) y, por consiguiente, del flujo de desechos. Los datos de la cámara (4) son utilizados para identificar las posiciones de los objetos individuales en el flujo de desechos (en el sentido de la zona que el objeto ocupa aproximadamente en el flujo de desechos). La unidad (6) explora el flujo de desechos a lo largo de una trayectoria rectilínea (P) que se extiende también a la anchura total de la cinta (8), y de este modo del flujo de desechos, siendo la trayectoria (P) perpendicular a la dirección longitudinal (D) de la cinta (8), es decir, a la dirección de alimentación del flujo de desechos. Mediante análisis del espectro de infrarrojos, la unidad (6) detecta la composición, por lo menos, de algunos de los objetos (14) en el flujo de desechos. Los datos de la cámara (4) y de la unidad (6) son utilizados para controlar un controlador (16) para las electroválvulas (no mostradas) que controlan el suministro de aire comprimido a las toberas respectivas (10). De este modo relativamente sencillo, la composición y/o el color de cada objeto se detecta o se detectan mediante la unidad (6), mientras que la cámara de vídeo es utilizada para controlar la zona explorada y su salida de datos es utilizada para detectar de manera automática las posiciones de los objetos y corregir los datos relativos a estos objetos, tal como son recibidos desde los detectores (21) en la unidad (6). La cinta (8) puede tener una anchura de 0,5 m, y la cámara (4) y la unidad (6) pueden estar activas en toda la anchura de la cinta.

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, las unidades (6) están dispuestas una al lado de la otra, por encima de la cinta transportadora (8) que, en esta versión, puede ser de 1,0 m de ancho. Cada unidad incluye un cuerpo (18), del cual se ha desmontado la tapa delantera de la unidad del lado izquierdo en las figuras 2 y 3. Cada cuerpo (18) contiene un soporte de montaje (20). La estación de detección (2) difiere de la estación de detección (131) de la versión de la figura 11 del documento WO-A-96/06689, principalmente porque en ella están dispuestas dos unidades (6) una al lado de la otra, y porque en cada unidad (6), el espejo cilíndrico poligonal (108) de dicha figura 11 ha sido reorientado de manera tal que su eje de rotación (R) se extiende entonces en la dirección de alimentación (D) (dicho espejo tiene la referencia -19- en los dibujos actuales). Este cambio, no solamente simplifica la trayectoria de transmisión de la radiación IR modificada desde la corriente de material hasta las combinaciones de filtro/detector (21), sino que la pérdida de intensidad de IR producida por dicha trayectoria relativamente larga como en dicha figura 11, puede ser reducida a un mínimo. Los filtros/detectores (21) son partes de un dispositivo óptico de detección (22) que incluye un disociador (24) del haz y está montado en el soporte (20). Asimismo, en el soporte (20) está montado un microprocesador (26) que recibe los datos de salida de los filtros/detectores (21) (y de la cámara -4-, si está instalada), y datos tales como la posición angular del espejo poligonal rotativo (19), y lo controla de acuerdo con el controlador (16). Los espejos poligonales (19) giran en los sentidos de las flechas (A) y la trayectoria inicial de la radiación IR reflejada de manera difusa a través de cada espejo (19) a su disociador asociado (24) del haz, al inicio de una exploración, está indicada mediante la línea de puntos y trazos (S) y su trayectoria final al final de la exploración está indicada mediante la línea de puntos y trazos (F). Aunque no está ilustrado, los haces del medio del detección modificado, que son recibidos en cada dispositivo de detección (22) y que proceden de las respectivas zonas de detección en el flujo de desechos, viajan a lo largo de las trayectorias respectivas desde el flujo de desechos hasta el espejo asociado (19), cuyas trayectorias convergen de manera continua una con respecto a la otra, desde el flujo de desechos a dicho espejo. Una unidad (6), o una fila, por lo menos, de dos unidades (6) una al lado de la otra, son aplicables, no solamente al material que está avanzando mediante una cinta transportadora, sino también al material que avanza descendiendo por una guía deslizante, o al material que avanza en caída libre. Con los tres filtros/detectores (21) mostrados, la unidad (6) es capaz de realizar de manera simultánea el análisis de tres longitudes de onda de radiación electromagnética. Por lo menos, se utilizan tres longitudes de onda y por consiguiente se escoge el correspondiente número de filtros/detectores si se utiliza IR como medio de detección, a efectos de detectar la composición del material, o por lo menos, dos longitudes de onda y, de este modo, por lo menos, dos filtros/detectores en el caso de que se escoja la luz visible como medio de detección, a efectos de determinar el color del material. El espejo poligonal proporciona una velocidad de exploración relativamente elevada con una velocidad de rotación del espejo relativamente moderada. La radiación reflejada desde el material sobre la anchura de la exploración es convergente.

La separación entre cada uno de los espejos poligonales y la corriente de material se mantiene tan pequeña como sea práctico, con el fin de mantener una elevada resolución y una intensidad de la radiación reflejada, con una intensidad de iluminación relativamente baja.

En comparación, por ejemplo, con el sistema de detección de la figura 11 del documento WO-A-96/06689, el sistema de las figuras 2 y 3 de la invención permite obtener una resolución mayor y una relación señal/ruido algo mejor. Además, la distancia que debe recorrer la radiación reflejada desde el material para alcanzar los filtros/detectores (21) puede ser relativamente reducida hasta la mitad, reduciendo de este modo las pérdidas de transmisión de la luz, que pueden ser bastante significativas si la radiación reflejada debe viajar a través de una atmósfera contaminada, por ejemplo, una atmósfera polvorienta y/o indirectamente a través de un espejo intermedio.

Los efectos de paralaje y de sombreado pueden ser mantenidos dentro de unos límites tolerables en objetos de una altura inferior a 200 mm, por ejemplo, si el ángulo transversal de reflexión puede ser mantenido dentro de unos 300 aproximadamente de la vertical. Durante cada exploración, el punto de reflexión sobre el espejo poligonal se desplazará sobre la superficie del espejo en la dirección de la exploración, lo cual reduce algo el ángulo de reflexión hacia el final de la exploración.

Por ejemplo, con un espejo hexagonal, se iniciará una nueva exploración a los 600 de rotación del espejo. Sin embargo, cada exploración requiere algo menos de la mitad de estos 600 de rotación para completarse, y de este modo existe un intervalo probablemente más largo que el periodo real de exploración, en el cual puede emprenderse,

ES 2 276 670 T3

por ejemplo, alguna calibración de la detección. No obstante, el análisis espectral y la simulación bidimensional de la corriente son realizados en gran parte en paralelo con la adquisición de datos, que es prácticamente continua.

5 Puede preestablecerse como referencia una altura mínima promedio del objeto, por ejemplo, de 3 cm, para corregir parte del error de paralaje.

10 Es ventajoso tener una ligera superposición de los extremos interiores de las anchuras exploradas mediante las dos unidades (6), a efectos de evitar un fallo inadvertido en la detección de objetos o de partes de objetos en la zona límite. Cada unidad (6) funciona de manera independiente de la otra, incluso hasta el punto de controlar su propia disposición de toberas de chorros de aire (no mostradas).

15 En una realización alternativa, las anchuras exploradas mediante los espejos (19) pueden superponerse completamente, estando los espejos (19) desplazados relativamente más allá del material que avanza, de lo que se muestra en las figuras 2 y 3. Si los espejos (19) están situados substancialmente directamente encima de los bordes respectivos de la corriente de material, tal como se muestra en la figura 4, los efectos de paralaje y de sombra pueden ser anulados durante el procesado de los datos. Naturalmente, se requerirá una mayor intensidad de iluminación del material.

20 Haciendo referencia a la figura 4, los ejes (A) de los espejos (19) están directamente encima de los bordes respectivos (8a) de la cinta (8) y paralelos a los mismos, y están dispuestos ambos al mismo nivel, a una distancia conocida (d) por encima de la cinta (8) que es de una anchura conocida (W). Se muestra un objeto (14a) dispuesto sobre la cinta (8), que tiene una esquina superior izquierda (TLa), una esquina superior derecha (TRa), una esquina inferior izquierda (BLa) y una esquina inferior derecha (BRa). Debe entenderse que la posición (-BLa-BRa-) con respecto a la cinta, la altura (h) del objeto y la anchura (w) del objeto pueden ser determinadas una vez que se conocen los ángulos (α TRa) y (α BLa) relativos al eje (A) situado a mano izquierda, y (α TLa) y (α BRa) relativos al eje (A) situado a mano derecha. Estos ángulos se refieren a los puntos (TRa) a (BRa), respectivamente, en los cuales tienen lugar repentinas variaciones de la longitud de onda y/o de la intensidad de la radiación IR reflejada de manera difusa, recibidas por el espejo de la izquierda o por el de la derecha, de manera que estos ángulos pueden ser determinados mediante el microprocesador (26) a partir de los datos de recepción recibidos de este modo.

30 Si en uno de los espejos (19) se produce una variación repentina de la radiación IR reflejada de manera difusa en el punto (TLa) (para el espejo izquierdo -19-) o (TRa) (para el espejo derecho -19-), por ejemplo porque la superficie superior (entre -TRa- y -TLa-) es irradiada más intensamente con IR que la superficie lateral (entre -TLa- y -BLa- o entre -TRa- y -BRa-), en este caso se puede prescindir de la otra unidad (6), porque la unidad única (6) puede medir por sí misma la posición tanto de (h) como de (w).

35 En otra realización adicional, utilizando un espejo poligonal (19), es posible tener una serie de detectores para cada longitud de onda en el dispositivo (22). De este modo, de acuerdo con lo que se describirá al hacer referencia a la figura 7, puede mejorarse la resolución óptica, ayudando de este modo a la detección de objetos muy pequeños tales como los que pueden estar presentes en corrientes de material fragmentado, o puede mantenerse la misma resolución óptica de un módulo de exploración (6), incrementando al mismo tiempo la separación entre el espejo (19) y el material.

40 Haciendo referencia a la figura 5, el material de desecho que avanza mediante una cinta transportadora de alimentación (30) inclinada en sentido descendente con un ligero ángulo (β) con respecto a la vertical, cae sobre una cúpula (31) que remata un deflector cónico o elíptico (32), de manera que los desechos quedan distribuidos con un radio substancialmente constante alrededor de un eje vertical (V) del deflector (32). La cúpula (31) está dotada de unas aletas de guía (33) que divergen hacia el exterior, de manera que esparcen el material de desecho más uniformemente alrededor del deflector cónico o elíptico (32). Al disponer las aletas (33), puede conseguirse una capacidad de clasificación más elevada, dado que se reduce la tendencia del material de desecho a concentrarse en el centro de la parte frontal de la circunferencia del deflector (32), en otras palabras, puede clasificarse más material de desecho porque el material de desecho puede ser más denso en la corriente que pasa por encima del deflector (32) sin partes del material de desecho superponiéndose unas a las otras. Por debajo del deflector existe un cuerpo (34) que tiene su pared delantera (34a) substancialmente coaxial con el eje (V) y formada con una ranura horizontal (36), asimismo coaxial con el eje (V) y al mismo nivel que un espejo poligonal cilíndrico, rotativo (19), coaxial con el eje (V) y rotativo alrededor del mismo, y como un dispositivo óptico de detección (22). El cuerpo (34) contiene también lámparas (38) para iluminar el material que cae libremente a lo largo de la ranura (36). La radiación reflejada por el material que cae se refleja luego en el espejo (19), que explora el material que cae, a una distancia substancialmente constante del material en el plano horizontal de la ranura (36). Dispuesta debajo del cuerpo (34) existe una disposición de toberas de chorros de aire (40) dispuestas paralelamente a la ranura (36), substancialmente con el mismo radio desde el eje (V). Dispuestas radialmente hacia el exterior, más allá del material que cae, hay un cierto número de protecciones (42) del colector separadas radialmente una de otra hacia el exterior. Cuanto mayor sea su radio desde el eje (V), más se extiende la protección (42).

65 En la práctica, se detecta la composición del material que cae a lo largo de la ranura (36) y/o la posición relativa de los objetos (14) que caen a lo largo de dicha ranura, y de acuerdo con ello se activan las toberas de la disposición (40) para clasificar los objetos (14) en los espacios entre las protecciones (42) y, al exterior de la protección (42) más externa, continuando la caída vertical del resto de material simplemente por la parte interior de la protección (42) situada más hacia adentro.

ES 2 276 670 T3

La inclinación hacia abajo de la cinta (30) está dispuesta para favorecer la aceleración descendente del material en cuanto abandona la cinta. Esta aceleración descendente incrementa la velocidad vertical del material, y de este modo la capacidad del aparato. Puede ser también ventajoso que el rodillo delantero extremo (44) de la cinta transportadora tenga un radio relativamente grande para favorecer dicha aceleración descendente y para reducir la rotación de los objetos (14).

La utilización de la cúpula con aletas (31) y del deflector (32) favorece la distribución del material en una distribución en caída libre coaxial con el eje (V). Esto tiene la ventaja de que, debido a que el espejo (19) es asimismo coaxial con el eje (V), no surge ningún error de paralaje significativo. En vez de que las lámparas (38) estén montadas en el interior del cuerpo (34), pueden estar montadas al exterior del mismo.

En la versión de la figura 5, los medios de detección, los medios de iluminación y los medios de expulsión pueden estar montados como una unidad única. Se considera que es factible la expulsión de una o varias fracciones del material a diferentes niveles mientras el material está cayendo. Sin embargo, puede ser preciso un control mediante cámara para proporcionar una expulsión más precisa, especialmente si se desea expulsar más de dos fracciones.

El sistema de la figura 5 tiene una ventaja particular porque puede ocupar menos espacio en planta que un sistema horizontal equivalente.

Haciendo referencia a la figura 6, aunque esta modificación está ilustrada en relación con el material en una cinta transportadora (8), es aplicable asimismo al material que avanza descendiendo por una guía deslizante o al material en caída libre. Se muestra de nuevo un espejo poligonal (19) explorando el material; sin embargo, en este caso el espejo (19) no está recibiendo solamente luz reflejada del material de la cinta (8) y reflejándola al dispositivo óptico de detección (22), sino que está recibiendo también la radiación electromagnética que ilumina el material, por ejemplo, luz visible, desde dos colimadores (46) y reflejando los haces (B) de luz colimada sobre un punto de exploración transversalmente en el material. Esta alternativa a disponer fuentes luminosas estacionarias tiene la ventaja de reducir considerablemente los requisitos de energía para la iluminación, para el mismo nivel de intensidad de radiación reflejada en el dispositivo (22). La utilización del espejo hexagonal (posiblemente a través de otro espejo entre él y el material que avanza) para la reflexión, tanto de los haces de iluminación como de los haces de retorno, tiene la ventaja de proporcionar una sincronización totalmente fiable de los mismos. Como alternativa, sería posible utilizar dos espejos poligonales separados, uno para los haces de iluminación y uno para los haces de retorno, tanto en el mismo cuerpo rotativo como en diferentes cuerpos rotativos, pero entonces, en este último caso, se requeriría alguna forma de disposición de sincronización adicional. Cualesquiera que sean las fuentes de luz utilizadas, bien sean los colimadores (46), o de otro modo, la reflexión de la radiación directa sobre los disociadores del dispositivo (22), puede presentarse el problema de la saturación de la sensibilidad de los detectores, en cuyo caso debe evitarse dicha reflexión directa. Esto puede conseguirse desviando las fuentes luminosas con respecto a los disociadores de los haces, tal como se indica en la figura 6. Si se desea, los colimadores separados (46) pueden ser sustituidos por un colimador en forma de anillo centrado alrededor de la entrada de la radiación del dispositivo (22).

En la modificación de la invención mostrada en la figura 7 (aplicable asimismo al material en la cinta (8) o al que avanza descendiendo por la guía deslizante o en caída libre), la unidad (6) contiene, además del espejo (19) y del microprocesador (26) (no mostrado), dos dispositivos (22) uno al lado del otro dispuestos para recibir la radiación reflejada de forma difusa simultáneamente desde los respectivos puntos de detección (101) y (102) situados adyacentes entre sí a lo largo de la trayectoria (P), de manera que existen dos filtros/detectores (no mostrados) para cada longitud de onda de radiación electromagnética detectada. A medida que avanza la exploración, se inspeccionan diferentes zonas de detección, es decir, pares de puntos de detección, a lo largo de la trayectoria (P). En una variación (no ilustrada) de dicha modificación, los dos dispositivos (22) son sustituidos por un dispositivo único (22) que contiene dobles filtros/detectores (21).

Haciendo referencia a la figura 8, en esta versión, un módulo (50) emite un haz (B) de exploración transversal de radiación electromagnética, visible para una cámara (52) dirigida oblicuamente a la dirección (D) y dispuesta en un plano vertical central de la cinta (8). El haz (B) irradia una trayectoria (P') que se extiende a través de la cinta (8) y generalmente por encima, sobre y por debajo de cada objeto (14), mientras avanza mediante la cinta (8) en la estación de detección (2). La cámara (52) puede ser utilizada por consiguiente para detectar el perfil general de cada objeto, por ejemplo, en lo que se refiere a si tiene sección transversal rectangular, como el envase con un vertedero en la parte superior (14a), una sección transversal de forma circular substancialmente constante, como la lata (14b), o una sección transversal circular variable, como la botella (14c). La cámara (52) detecta asimismo las posiciones de los objetos (14). De este modo es posible clasificar estos objetos entre sí. Además, si el módulo (50) tiene la misma capacidad que el módulo (6), con la modificación según la figura 6, para determinar las composiciones de los objetos (14) a partir de la radiación electromagnética del haz (B) reflejada de forma difusa, pueden determinarse las composiciones de los objetos, así como sus perfiles generales y sus posiciones. Por supuesto, esta versión es aplicable no solo al material que avanza mediante la cinta (8), sino también al material que avanza descendiendo a lo largo de una guía deslizante o en caída libre.

Haciendo referencia a las figuras 9 a 11, esta versión difiere de la de la figura 5 principalmente en que la radiación, que comprende luz visible (L), pasa a través del material (14) a inspeccionar. De este modo, la fuente luminosa (60) está dispuesta al exterior del cuerpo (34) que contiene el espejo poligonal rotativo (19) y el dispositivo de detección (22). La fuente luminosa (60) contiene dos tubos fluorescentes horizontales (62), cada uno de los cuales se extiende en

ES 2 276 670 T3

toda la amplitud de la corriente de material (14), y están rodeados por una envolvente horizontal (64), excepto por una salida en forma de ranura horizontal (66) para la luz. Los tubos (62) están dispuestos respectivamente por encima y por debajo de la salida (66), y la superficie interior de la envolvente (64) es reflectante de la luz visible. De este modo, la luz (L) que sale por la salida (66) ha sido colimada hasta cierto punto. La utilización de una luz colimada relativamente, substancialmente normal a la corriente de material (14), debería facilitar un análisis fiable. La luz pasa a través de la ranura (36) a una lente de Fresnel (68) que se extiende sobre la anchura de la corriente de material (14) y, por lo menos, en un plano horizontal, hace que la luz (L) converja en una pared interior (70) formada con una abertura interior (71) en forma de una ranura horizontal, desde donde que la luz (L) continua convergiendo hacia el espejo poligonal (19). La disposición es tal que las partes (64a) de la envolvente (64) impiden que la luz (L) viaje directamente desde los tubos fluorescentes (62) hasta el dispositivo de detección (22). Es particularmente ventajoso que el material (14) esté en forma de botellas aplastadas de colores diferentes de plásticos relativamente transparentes. Las botellas que abandonan la cinta transportadora (30) chocan contra una guía corta (72) que impide el giro de las botellas aplastadas sobre sus propios ejes; esto reduce la producción de datos falsos desde el dispositivo (22). Dependiendo de los colores de los plásticos identificados desde la inspección de las botellas, la disposición o disposiciones de la tobera o toberas de chorros de aire (40) clasifican el material (14) en una o varias fracciones deseadas (72) de color y una fracción restante (74).

Durante el funcionamiento, se analizan tres longitudes de onda de la radiación, es decir, tres colores, todos ellos en el espectro de la luz visible (400 a 700 mn).

Se considera que, disponiendo, por lo menos, de dos tubos fluorescentes (62) y utilizando solamente luz reflejada de manera difusa para la penetración de los objetos, con la mezcla de la luz de la serie de tubos (62), se reduce el efecto de envejecimiento de los tubos (62).

La pared delantera (34a) ayuda a impedir que el material (14) ensucie la lente (68), mientras que la pared interior (70) suprime las reflexiones dispersas y las imágenes múltiples.

Debe tenerse en cuenta que el material (14) en caída libre al nivel de detección en las figuras 5 y 9 se desplaza más en sentido vertical que horizontal. Esto tiene la ventaja de que el aparato puede ocupar un área del suelo relativamente pequeña, lo cual es una característica particularmente ventajosa en plantas de reciclado o en camiones, donde habitualmente se dispone de abundante espacio vertical pero no de espacio horizontal. Además, ésta es la disposición preferente cuando el aparato debe realizar la expulsión mediante disposiciones de toberas (40) de una serie de fracciones del material (14) en base a una exploración del material.

En la versión mostrada en la figura 12, los haces (B) del medio de detección modificado, que son recibidos en el dispositivo de detección (22) y proceden de las respectivas zonas de detección (Z), viajan a lo largo de las trayectorias respectivas desde la corriente de material hasta el espejo poligonal rotativo (19), cuyas trayectorias convergen de manera continua una con respecto a la otra desde la corriente de material hasta el espejo (19), aunque en este caso los haces (B) viajan mediante un espejo plano (80) desde la corriente de material hasta el espejo (19). Esta versión es, por supuesto, aplicable no solamente al material que avanza mediante la cinta (8) sino también al material que avanza descendiendo por una guía deslizante o en caída libre.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato para inspeccionar automáticamente una corriente de material (14) compuesta de objetos (14), y para clasificar automáticamente dichos objetos (14), comprendiendo medios de emisión (38, 50, 60) que sirven para emitir un medio de detección, que comprende un espectro de una longitud de onda de una radiación electromagnética, que es activa en dicho material (14), medios de recepción en forma de un espejo poligonal rotativo (19) dispuesto para recibir desde una serie de zonas de detección (Z) en dicho material (14) un espectro de una longitud de onda del medio de detección que ha sido modificado mediante modificaciones en dicho material (14), una serie de medios de detección (21, 22) que sirven para recibir el medio modificado mediante reflexión desde el espejo (19), para detectar las respectivas longitudes de onda de dicho medio modificado substancialmente de manera simultánea, y para generar datos de detección con respecto a dichas longitudes de onda substancialmente de manera simultánea y dependiendo de las modificaciones en dicho medio, medios de obtención de datos (26) conectados a dichos medios de detección (21, 22) y que sirven para obtener dichos datos de detección de los mismos, y medios de eliminación (10, 40) que sirven para eliminar objetos (14) de dicha corriente dependiendo de dichos datos de detección, siendo la disposición tal que los haces (B) del medio modificado que son recibidos en dichos medios de detección (21, 22) y que proceden de las respectivas zonas de detección (Z) viajan a lo largo de las trayectorias respectivas desde dicho material (14) hasta dicho espejo (19), cuyas trayectorias convergen de manera continua entre sí desde dicho material (14) hasta dicho espejo (19), en cuyo aparato dichos medios de detección (21, 22) comprenden una serie de detectores (21) dispuestos para recibir de manera simultánea entre sí el medio modificado desde, a su vez, grupos de puntos de detección (101, 102), conteniendo cada grupo una serie de puntos de detección (101, 102) correspondientes a los detectores respectivos (21) y situados adyacentes entre sí a lo largo de una trayectoria (P) transversal a dicha corriente y que proporciona una de dichas zonas de detección (Z).

2. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dicho espejo (19) está dispuesto para recibir el medio modificado, directamente desde dicho material (14).

3. Aparato, según la reivindicación 1, que comprende además, por lo menos, un espejo plano (80) por medio del cual dichos haces viajan desde dicho material (14) hasta dicho espejo poligonal rotativo (19).

4. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de emisión (50) están dispuestos para emitir dicho medio en forma de un haz de exploración (B) que explora dichas zonas de detección (Z).

5. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dichos medios de emisión (50) emiten dicho medio en forma de una serie de haces de exploración (B) que son co-extensivos entre sí y que exploran dichas zonas de detección (Z).

6. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una cámara (4, 52) dispuesta para detectar características espaciales de los objetos individuales de los que se compone dicho material (14), y para generar además datos de detección dependiendo de las características espaciales detectadas, estando dispuestos dichos medios de obtención de datos (26) para utilizar los datos de detección mencionados en primer lugar para identificar modificaciones en la composición de dicho material (14).

7. Aparato, según la reivindicación 1, en el que dichos medios de emisión (38, 60) y dicho espejo poligonal rotativo (19) están dispuestos de manera que están situados en lados opuestos respectivos de dicho material (14), comprendiendo además el aparato medios de protección (34a) dispuestos para impedir que dichos medios de detección (21, 22) reciban el medio directamente desde dichos medios de emisión (38, 60).

8. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un segundo espejo poligonal rotativo (19) dispuesto para recibir el medio de detección que ha sido modificado por las modificaciones en dicho material (14), y unos segundos medios de detección (21, 22) que sirven para recibir el medio modificado mediante reflexión desde dicho segundo espejo poligonal rotativo (19), para generar otros datos de detección dependiendo de las modificaciones en dicho medio, estando conectados dichos medios de obtención de datos (26) a dichos segundos medios de detección (21, 22) y sirviendo para obtener dichos otros datos de detección de los mismos.

9. Aparato, según la reivindicación 8, en el que la disposición es tal que los haces del medio modificado, que son recibidos en dichos segundos medios de detección (21, 22) y que proceden de las respectivas zonas de detección (Z), viajan a lo largo de las respectivas trayectorias desde dicho material (14) hasta dicho segundo espejo poligonal rotativo (19), cuyas trayectorias convergen de manera continua entre sí desde dicho material (14) hasta dicho segundo espejo poligonal rotativo (19).

10. Aparato, según la reivindicación 8 ó 9, en el que el espejo poligonal rotativo (19) mencionado en primer lugar y los primeros medios de detección (21, 22) mencionados en primer lugar forman parte de una primera disposición de inspección (6), siendo partes dicho segundo espejo poligonal rotativo (19) y dichos segundos medios de detección (21, 22) de una segunda disposición de inspección (6), y las primeras y las segundas disposiciones de inspección (6) están dispuestas una al lado de la otra.

ES 2 276 670 T3

11. Aparato, según la reivindicación 10, en el que dichas primeras y segundas disposiciones de inspección (6) son módulos respectivos.
12. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una estación de detección (2) que comprende el espejo o espejos poligonales rotativos (19) y los medios de detección (21, 22), y a través de la cual dicho material (14) avanza en una dirección de alimentación (D).
13. Aparato, según la reivindicación 12, en el que el espejo o espejos poligonales rotativos (19) tienen su eje de rotación (R, A) substancialmente en el eje de su polígono y se extiende en dicha dirección de alimentación (D).
14. Aparato, según la reivindicación 12 ó 13, en el que la disposición es tal que dicho material (14) cae libremente a través de dicha estación de detección (2).
15. Aparato, según la reivindicación 14, que comprende además medios de distribución (31, 32, 33) dispuestos para hacer que dicho material (14) caiga libremente en una distribución curvada alrededor de un eje vertical (V).
16. Aparato, según la reivindicación 15, en el que dichos medios de distribución (31, 32, 33) están dispuestos para hacer que dicha distribución tenga un radio substancialmente constante desde dicho eje vertical (V).
17. Aparato, según la reivindicación 12 ó 13, en lo que dependen de la reivindicación 8, en el que dicha dirección de alimentación (D) está en un ángulo (β) con respecto a la vertical, y en el que los datos de detección mencionados en primer lugar y dichos otros datos de detección son utilizados para obtener una indicación de la altura de una zona común de dicho material (14).
18. Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de emisión (38) sirven para emitir luz visible como medio de detección, y en el que dichos medios de obtención de datos (26) realizan un análisis substancialmente simultáneo de una serie de longitudes de onda en el espectro de la luz visible.
19. Método de inspección automática de una corriente de material (14) compuesta de objetos (14) y que clasifica automáticamente dichos objetos (14), comprendiendo la emisión desde dichos medios de emisión (38) de un medio de detección, que comprende un espectro de una longitud de onda de radiación electromagnética, para ser activa en dicho material (14), siendo modificado dicho medio mediante modificaciones en dicho material (14), al recibir un espectro de una longitud de onda del medio modificado desde una serie de zonas de detección (Z) en dicho material (14) en los medios de recepción, en forma de un espejo poligonal rotativo (19) que refleja el espectro de la longitud de onda del medio modificado desde el espejo (19) hasta una serie de medios de detección (21, 22), detectando en dichos medios de detección (21, 22) una serie de longitudes de onda separadas de dicho medio modificado, de manera substancialmente simultánea, generando datos de detección desde dichos medios de detección (21, 22) con respecto a dicha serie de longitudes de onda separadas de manera substancialmente simultánea y dependiendo de las modificaciones en dicho medio, y eliminando objetos (14) de dicha corriente dependiendo de dichos datos de detección, viajando los haces (B) del medio modificado que son recibidos en dichos medios de detección (21, 22) y que proceden de las respectivas zonas de detección (Z), a lo largo de las trayectorias respectivas desde dicho material (14) hasta dicho espejo (19), cuyas trayectorias convergen de manera continua entre sí desde dicho material (14) a dicho espejo (19), en cuyo método cada zona de detección (Z) tiene la forma de un grupo de puntos de detección (101, 102) situados adyacentes entre sí a lo largo de una trayectoria (P) transversal a dicha corriente, y en el que el medio modificado desde todos los puntos de detección (101, 102) en cada grupo es recibido de manera simultánea en los respectivos detectores (21) de dichos medios de detección (21, 22).
20. Método, según la reivindicación 19, en el que dichos haces (B) viajan directamente desde dicho material a dicho espejo (19).
21. Método, según la reivindicación 19 ó 20, en el que dicho medio es emitido en forma de un haz de exploración (B) que explora dichas zonas de detección (Z).
22. Método, según la reivindicación 19 ó 20, en el que dicho medio es emitido en forma de una serie de haces de exploración (B) que son substancialmente co-extensivos entre sí y que exploran dichas zonas de detección (Z).
23. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, en el que dicho material (14) comprende productos granulados.
24. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, en el que dicho material (14) comprende objetos individuales, siendo utilizados dichos datos de detección para identificar modificaciones en la composición de dicho material, siendo utilizada una cámara (4, 52) para detectar características espaciales de dichos objetos, y para generar datos de detección adicionales dependiendo de las características espaciales detectadas.
25. Método, según la reivindicación 24, en el que dichas características espaciales comprenden perfiles de los objetos respectivos (14).

ES 2 276 670 T3

26. Método, según la reivindicación 24 ó 25, en el que dichas características espaciales comprenden las posiciones relativas de los objetos (14).

5 27. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, en el que, por lo menos, parte del medio emitido pasa a través de dicho material (14) y es recibido en dicho espejo poligonal rotativo (19), y se impide que dichos medios de detección (21, 22) reciban el medio directamente desde dichos medios de emisión (38, 60).

10 28. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 27, en el que dicho medio es activo en dicha serie de zonas de detección (Z) mientras dicho material (14) está cayendo libremente en un nivel de detección.

29. Método, según la reivindicación 28, en el que dicho material (14) cae libremente en una distribución curvada alrededor de un eje vertical (V).

15 30. Método, según la reivindicación 29, en el que dicha distribución tiene un radio substancialmente constante desde dicho eje (V).

31. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 26, en el que dicho material (14) incluye un objeto (14a), cuyas superficies están orientadas de manera diferente entre sí, siendo modificado dicho medio en su intensidad dependiendo de las orientaciones respectivas de dichas superficies, y dichos datos de detección son utilizados para obtener una indicación de una dimensión (h, w) de dicho objeto (14a).

25 32. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 19 a 31, en el que el medio de detección es luz visible, y el análisis de una serie de longitudes de onda en el espectro de la luz visible es llevado a cabo de manera substancialmente simultánea entre sí, en el medio modificado.

30

35

40

45

50

55

60

65

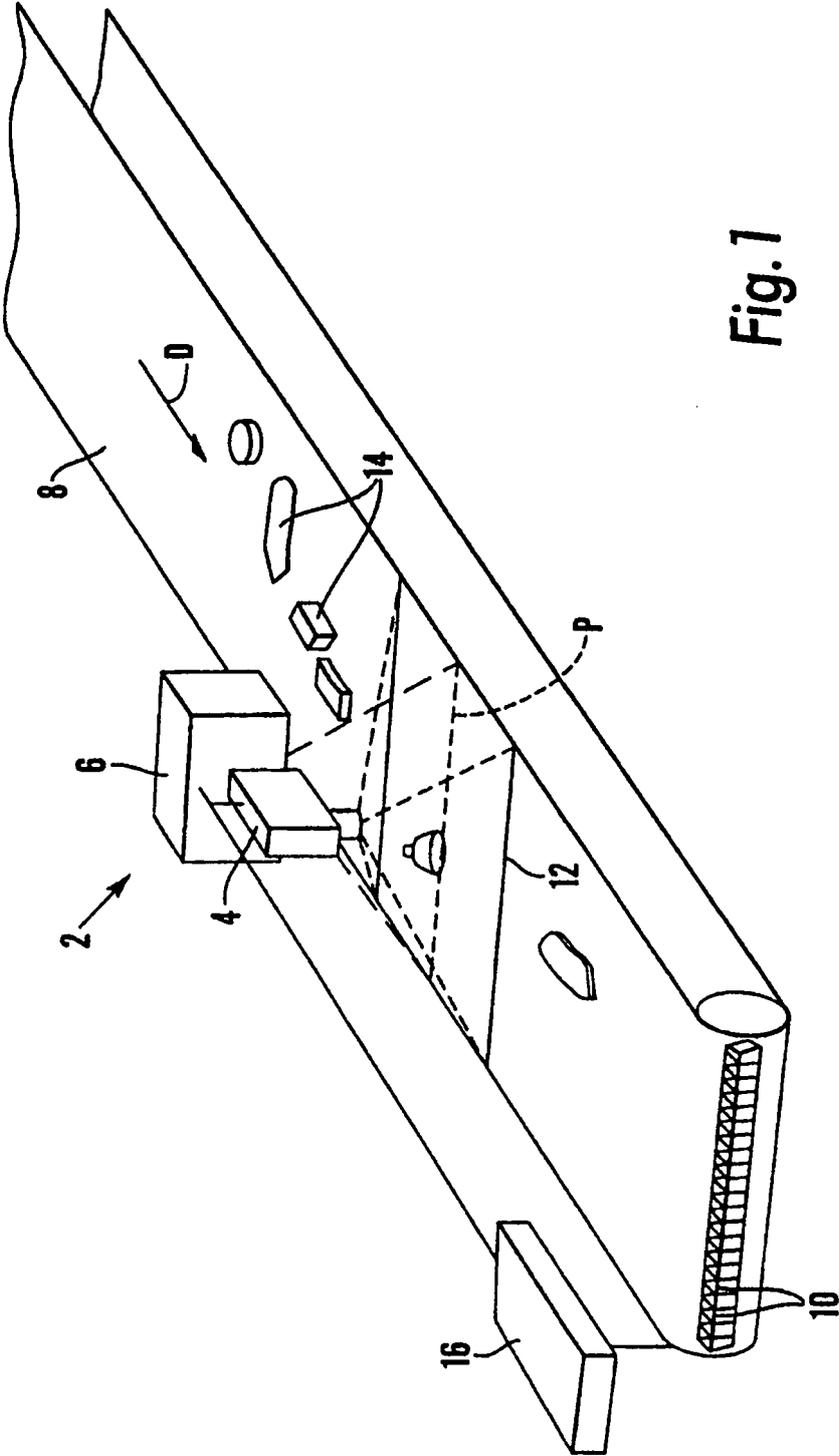


Fig. 1

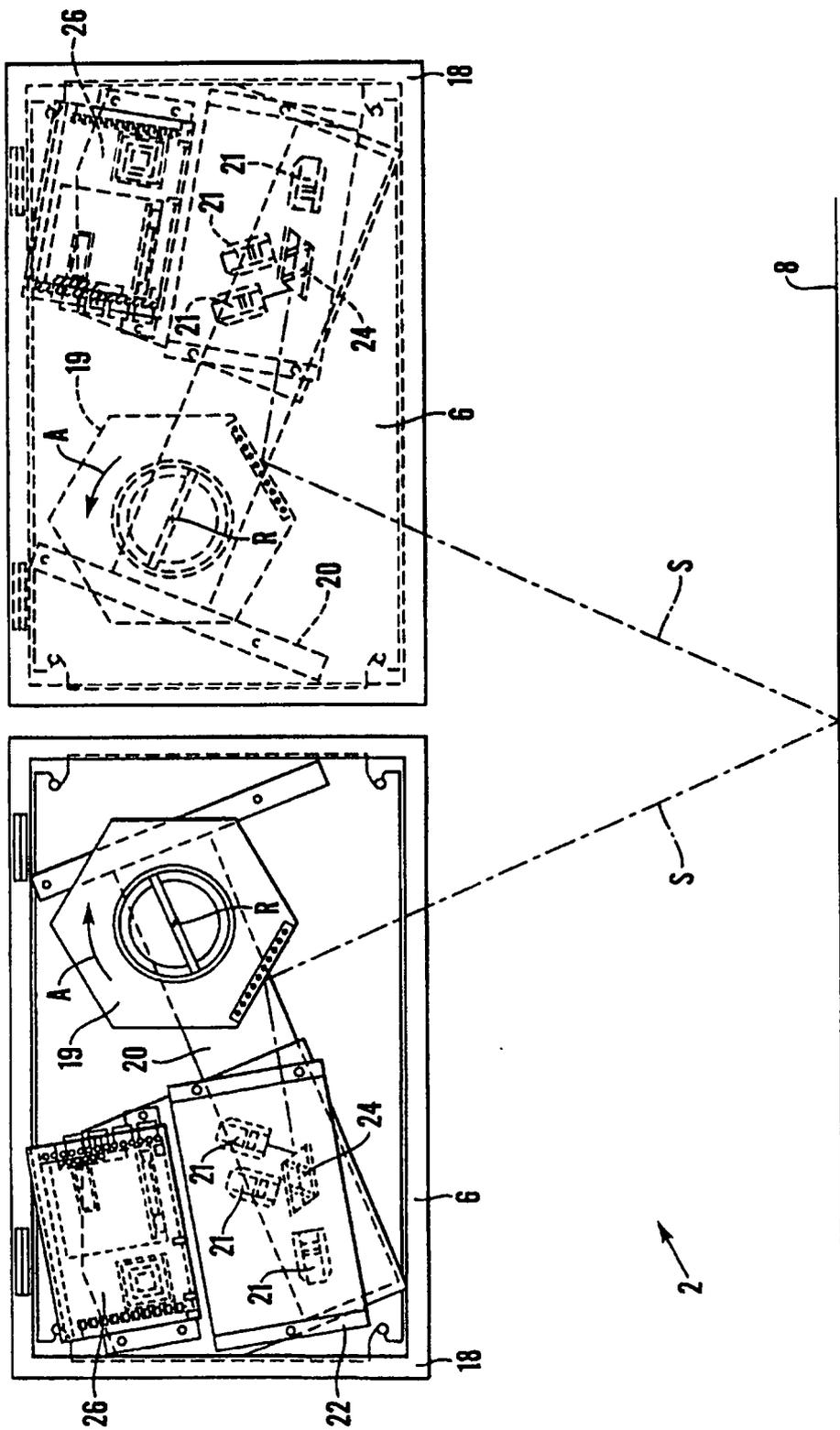


Fig.2

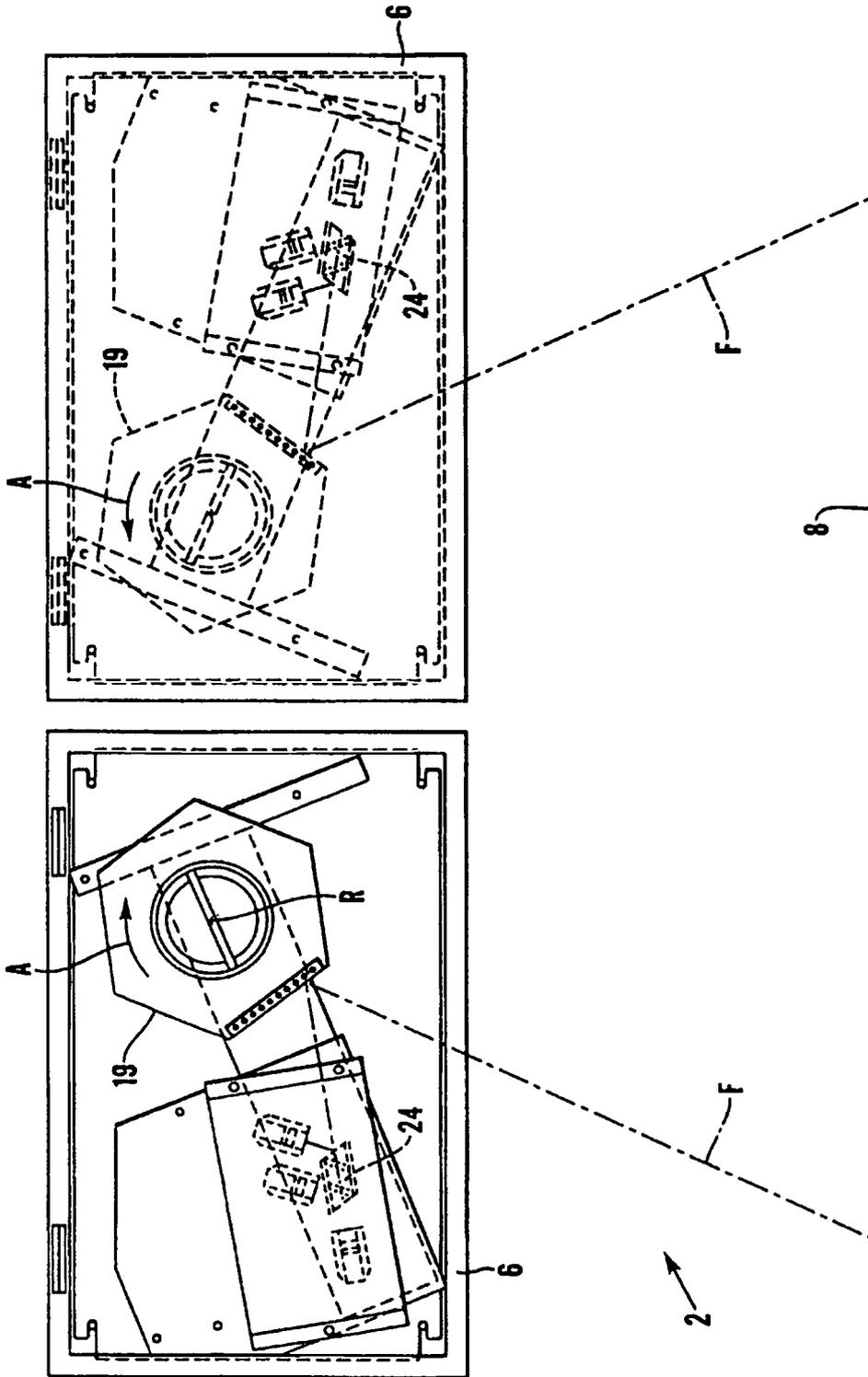


Fig. 3

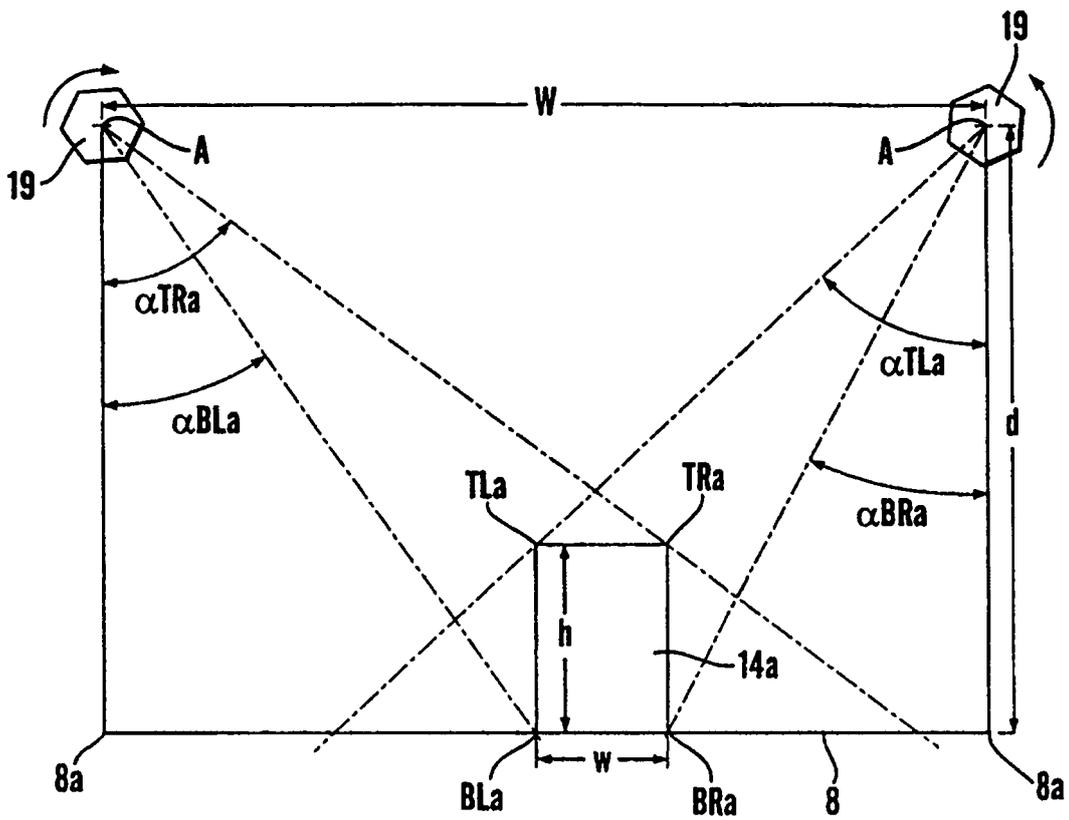


Fig.4

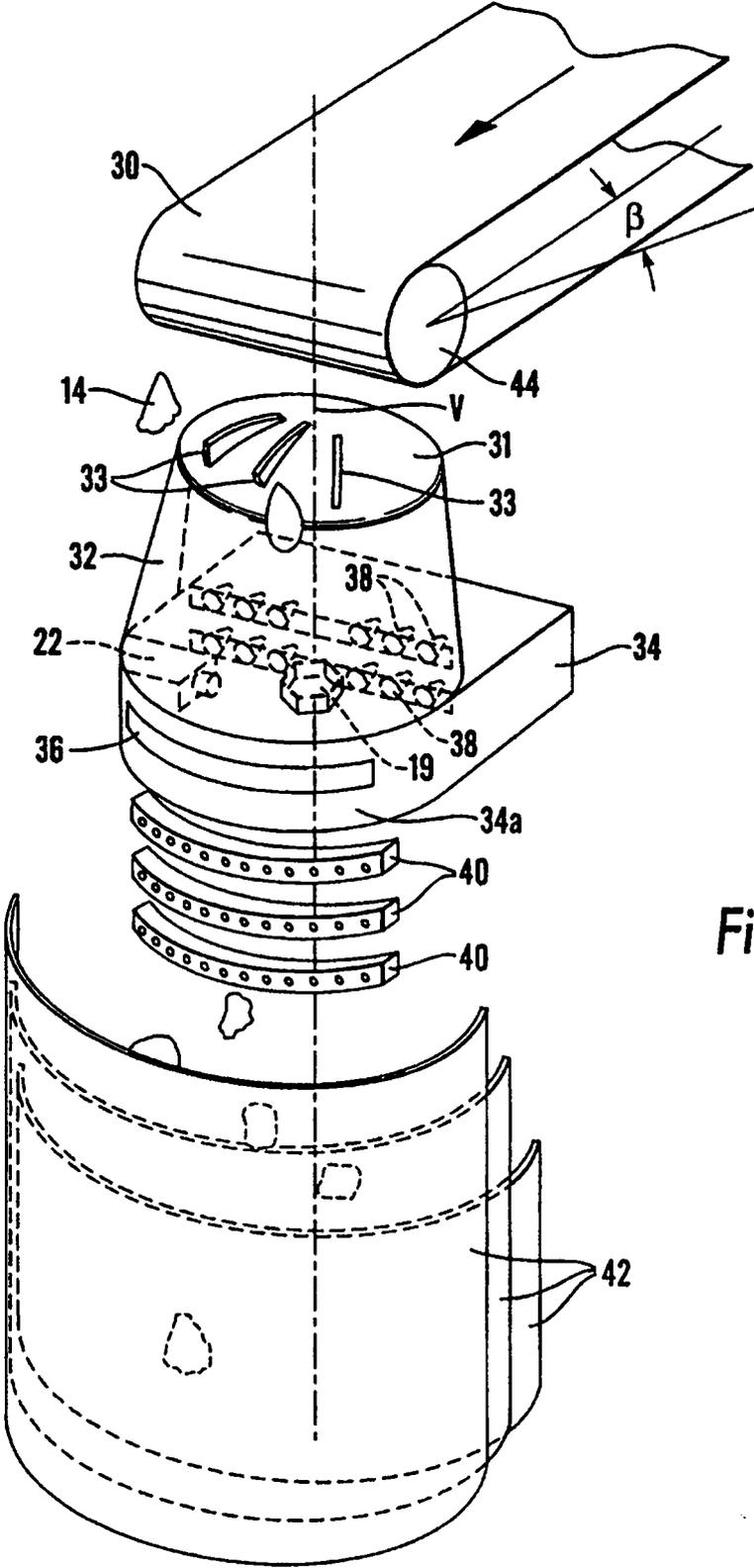


Fig.5

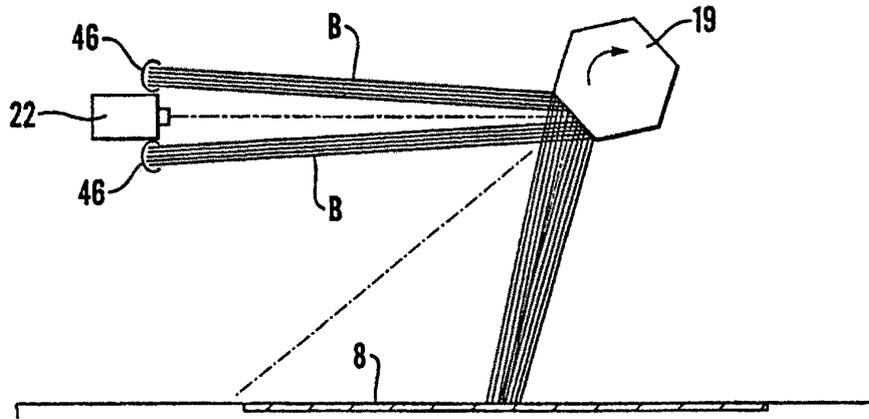


Fig. 6

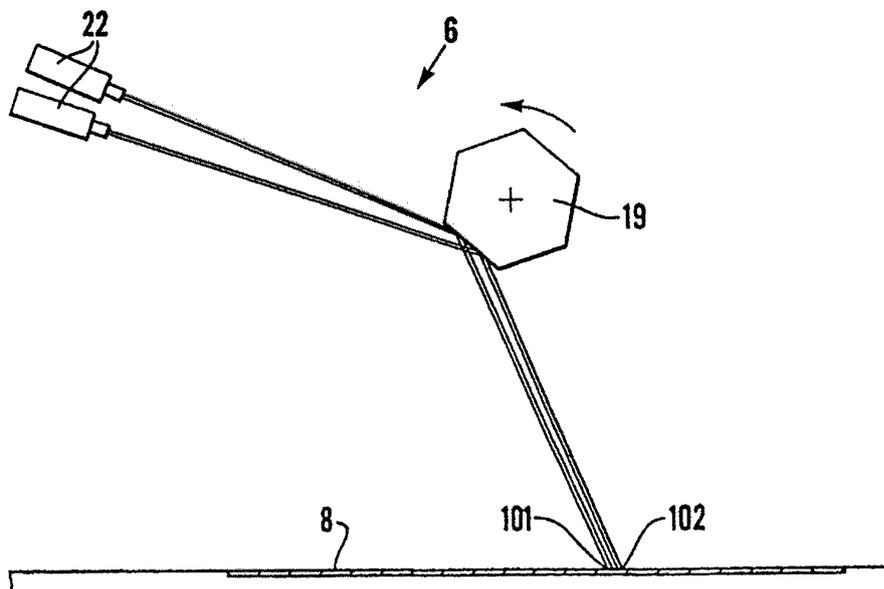


Fig. 7

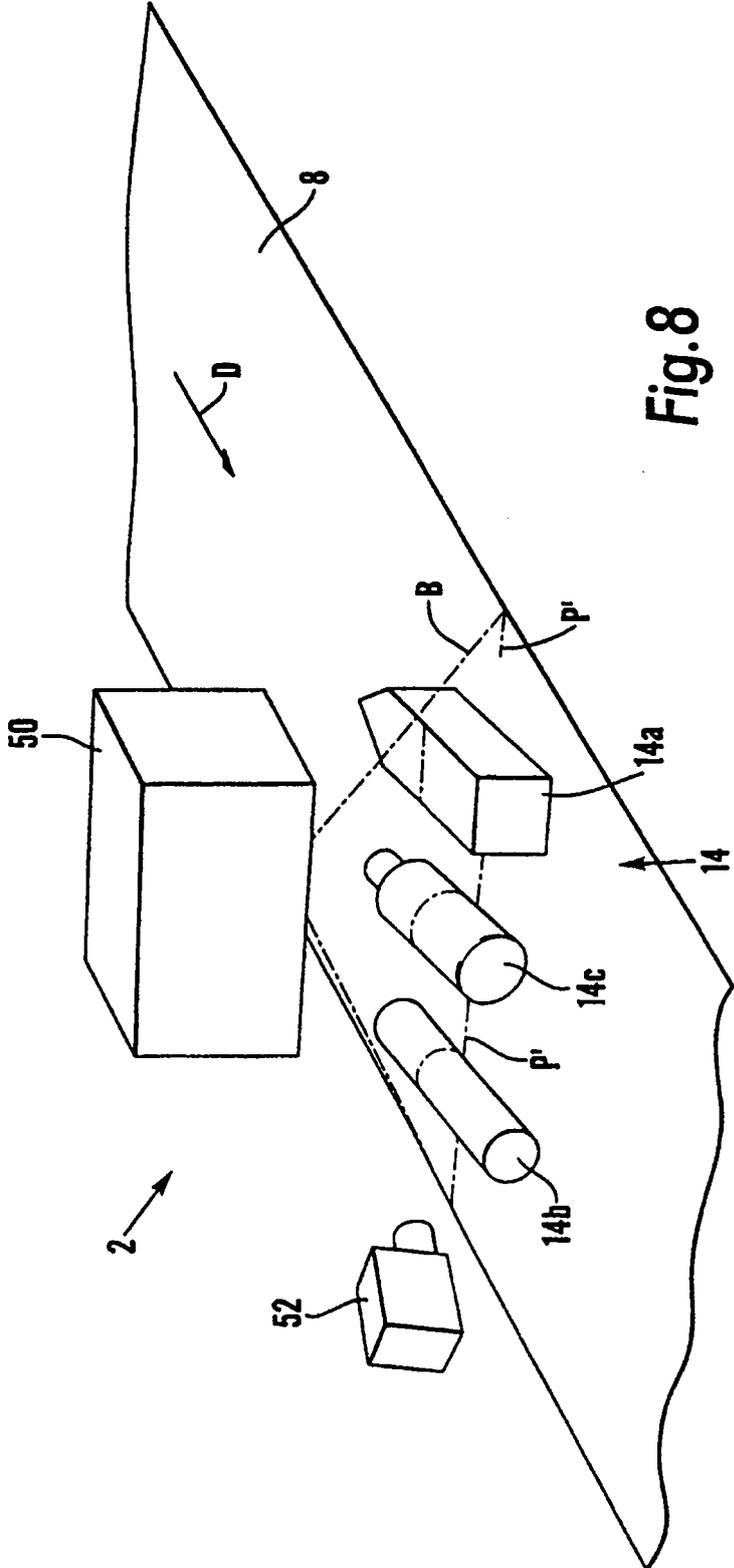


Fig. 8

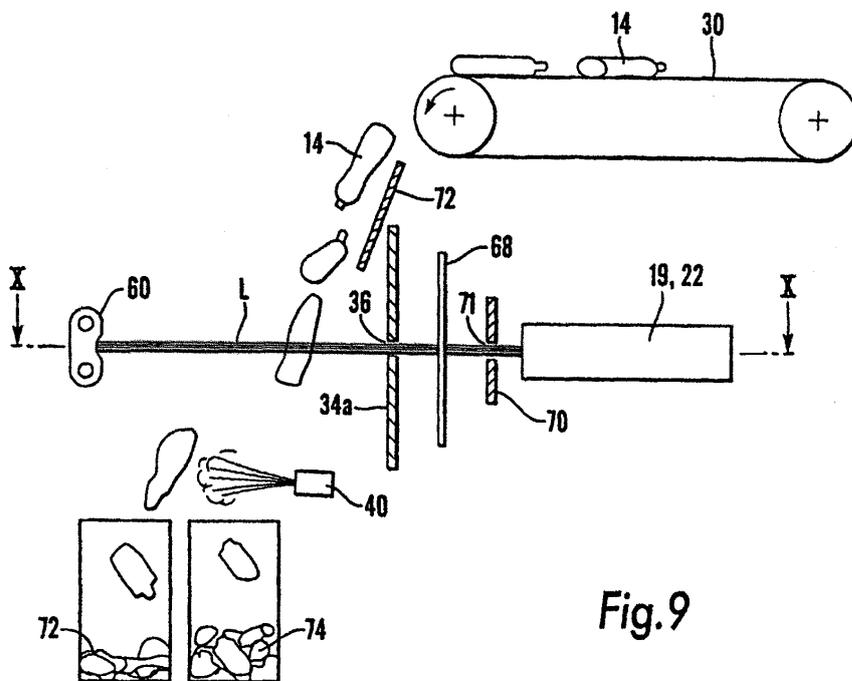


Fig. 9

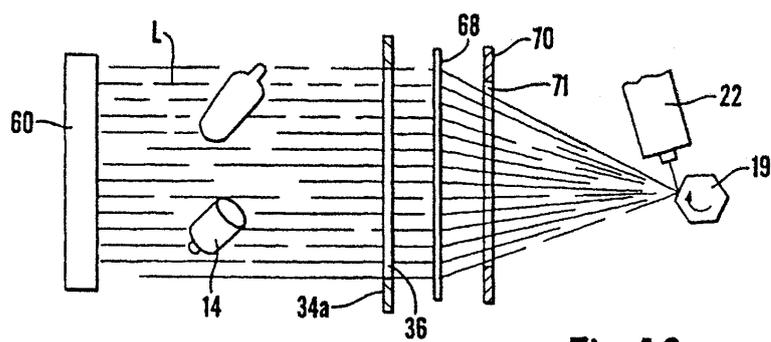


Fig. 10

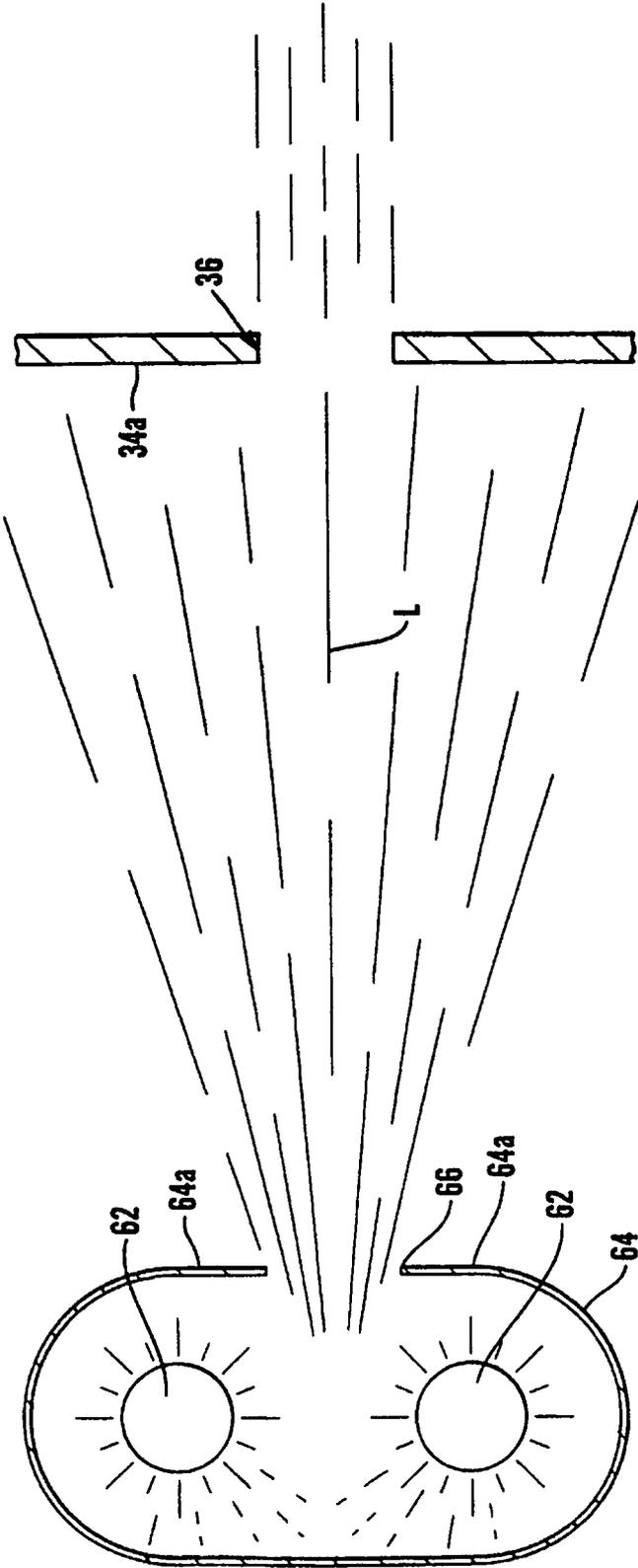


Fig.11

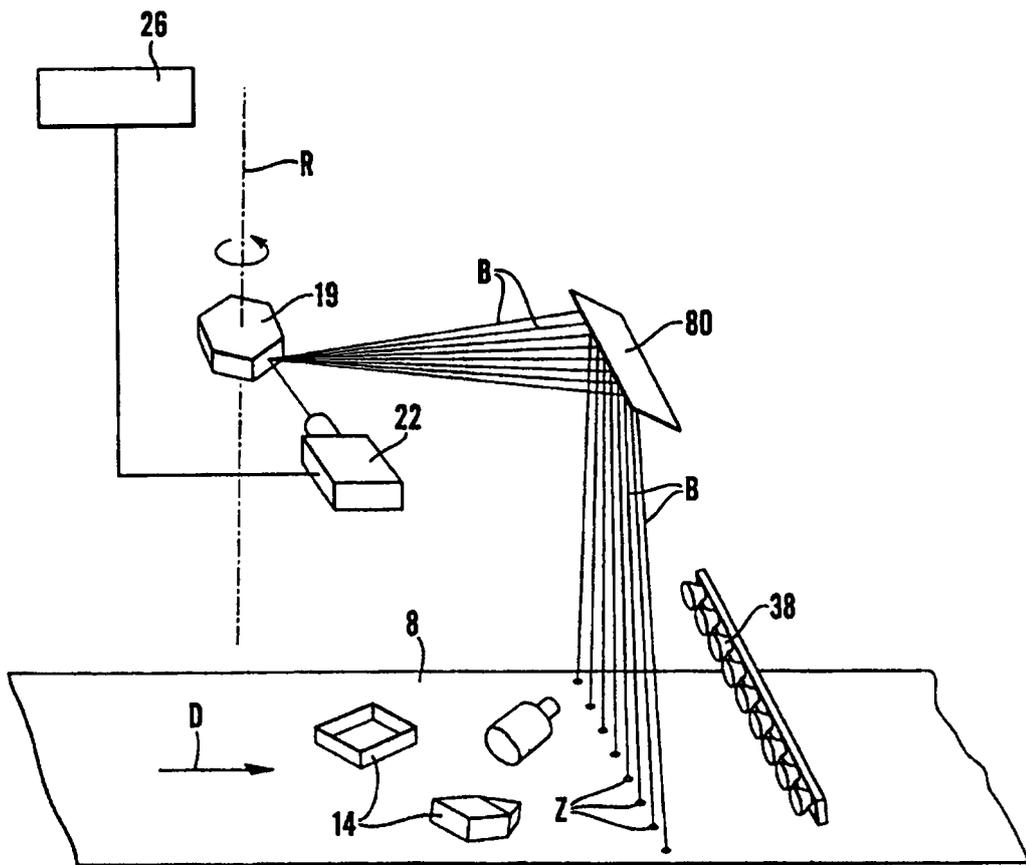


Fig. 12