

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 941**

51 Int. Cl.:

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/85 (2006.01)

G01N 21/3563 (2014.01)

B07C 5/342 (2006.01)

G01N 21/84 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.05.2021 PCT/EP2021/061647**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2021 WO21249698**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2021 E 21723244 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024 EP 4162256**

54 Título: **Aparato de detección de materia**

30 Prioridad:

08.06.2020 EP 20178662

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

13.03.2025

73 Titular/es:

TOMRA SORTING GMBH (100.00%)

Otto-Hahn-Str. 6

56218 Mülheim-Kärlich, DE

72 Inventor/es:

BALTHASAR, DIRK;

MAYER, MICHAEL;

STURM, PATRICK y

TÜCKMANTEL, TOBIAS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 3 004 941 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

Aparato de detección de materia

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato para detectar materia y, más concretamente, a un aparato de este tipo que comprende un sistema de espectroscopia y un sistema de triangulación láser.

10 Antecedentes de la invención

En una amplia gama de industrias se requiere y desea con frecuencia la identificación, detección, clasificación y ordenación de diversos objetos.

15 En su forma más simple, la identificación manual de objetos por una persona puede emplearse ventajosamente cuando hay que identificar, ordenar y clasificar un número limitado de objetos. La persona en cuestión podrá entonces, basándose en sus conocimientos identificar y clasificar los objetos en cuestión. Sin embargo, este tipo de identificación manual es monótona y propensa a errores. Asimismo, el nivel de experiencia del operario influirá significativamente en los resultados de la operación que realice. Además, la identificación manual de este tipo
20 adolece de una baja velocidad de identificación.

En la industria, la identificación, ordenación y clasificación de objetos a granel suele realizarse, por tanto, mediante máquinas en las que los objetos a granel se suministran en forma de un flujo continuo de objetos. Estas máquinas
25 suelen ser más rápidas que un operario y pueden funcionar durante periodos de tiempo más largos, por lo que ofrecen un mayor rendimiento global. Las máquinas de este tipo se utilizan, por ejemplo, en la agricultura para las frutas y verduras, y en el reciclaje para identificar y clasificar los objetos y materiales que se van a reciclar.

Las máquinas de este tipo suelen tener algún tipo de sensor que se utiliza para identificar los objetos de interés. Por ejemplo, puede emplearse un sensor óptico en forma de sensor espectral para determinar la calidad de las
30 frutas y verduras recolectadas. Del mismo modo, se puede emplear un sensor espectral para determinar el material de los objetos que se van a reciclar.

Sin embargo, para determinar más atributos de los objetos, suele ser necesaria una pluralidad de sensores. El uso de más de un sensor suele tener como consecuencia que las máquinas tengan que hacerse más grandes para poder alojar los sensores adicionales y las entidades asociadas necesarias. Por lo tanto, la huella de las máquinas
35 aumenta. El aumento de la superficie ocupada hace que se necesite un valioso espacio industrial que podría utilizarse para otros fines para instalar las máquinas. Además, el uso de más sensores puede dar lugar a que éstos interfieran entre sí si no están colocados a suficiente distancia unos de otros.

40 DE 196 50 705 A1 divulga un método y una disposición para la implementación de cámaras multisensoriales más compactas y económicas en las que diferentes sensores de imagen, sensibles a diferentes propiedades, se apilan verticalmente unos sobre otros en una trayectoria de haz común. Los sensores de imagen individuales apilados se alinean de forma que los píxeles correspondientes de los respectivos sensores de imagen vean la misma porción del objeto que se está visualizando.

45 WO 01/07950 A1 divulga un dispositivo de clasificación, provisto de una unidad de inspección, en el que los productos a clasificar son inspeccionados en cuanto a su aceptabilidad.

50 US 2016/0263624 A1 divulga un aparato para detectar materia en el que una pluralidad de objetos se introduce en una región de detección. Los objetos se iluminan en la región de detección y se detecta la luz que ha atravesado los objetos.

55 US 2004/0027574 A1 divulga un aparato y métodos para detectar la presencia de papel blanco brillante en un transportador de un sistema de clasificación de papel utilizando fluorescencia activada por luz ultravioleta.

Breve descripción de la invención

60 En vista de lo anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato para detectar materia que sea compacto y, por tanto, requiera menos espacio de instalación.

Otro objeto es proporcionar un aparato de este tipo que permita una detección eficaz de la materia utilizando un sistema de espectroscopia y un sistema de triangulación láser.

65 Otro objeto es proporcionar un aparato de este tipo que permita una detección mejorada de la materia.

Para lograr al menos uno de los objetos anteriores, y también otros objetos que serán evidentes a partir de la

siguiente descripción, un aparato que tiene las características definidas en la reivindicación 1 se proporciona de acuerdo con la presente invención. Las variantes preferidas del aparato serán evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes.

5 Más específicamente, se proporciona según la presente invención un aparato para detectar materia, el aparato comprende: una disposición de fuente de luz adaptada para emitir un primer conjunto de haces de luz y un segundo conjunto de haces de luz hacia una primera zona de detección a través de la cual se proporciona la materia, un sistema de espectroscopia que incluye un espectrómetro, en el que el sistema de espectroscopia está adaptado para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la primera zona de detección, en el que la luz recibida del sistema de espectroscopia procede del primer y segundo conjuntos de haces de luz, y un sistema de triangulación láser que incluye, una disposición láser adaptada para emitir un haz de luz láser hacia una segunda zona de detección a través de la cual se proporciona la materia, y una disposición de sensor basada en cámara configurada para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección, en la que la luz recibida de la disposición de sensor basada en cámara se origina en la línea de luz láser, en la que el aparato está configurado de tal manera que la luz recibida del sistema de espectroscopia interseca completamente la luz recibida de la disposición de sensor basada en cámara y/o la línea de luz láser, en la que el aparato está configurado de tal manera que la materia se proporciona a través de la primera zona de detección o de la segunda zona de detección primero y posteriormente a través de la otra de la primera zona de detección y de la segunda zona de detección.

20 El aparato comprende una disposición de fuente luminosa adaptada para emitir un primer conjunto de haces de luz y un segundo conjunto de haces de luz hacia una primera zona de detección a través de la cual se proporciona la materia. Por lo tanto, la disposición de la fuente luminosa está adaptada para emitir dos conjuntos distintos de haces de luz separados. El primer conjunto de haces luminosos y un segundo conjunto de haces luminosos emitidos por la disposición de fuentes luminosas se emiten ambos hacia una primera zona de detección.

30 Cabe señalar que, en el contexto de la presente solicitud, el término conjunto de haces de luz puede referirse a cualquier tipo de luz, visible o no visible, como NIR, IR o UV, que tenga una extensión distinta de un haz o rayo decimal infinito. En otras palabras, el conjunto de haces de luz puede significar cualquier haz o haz de luz que tenga una extensión física en el espacio transversal a su dirección de propagación. Así, el conjunto de haces de luz puede formar, por ejemplo, un haz de luz paralelo, un haz de luz no paralelo, como un haz de luz divergente o convergente, o una banda de luz, por poner algunos ejemplos no limitativos.

35 El primer conjunto de haces de luz y un segundo conjunto de haces de luz alcanzarán así la primera zona de detección a través de la cual se proporciona materia. La materia se suministra a través de la primera zona de detección en el sentido de que la materia se transfiere o transporta a través de la primera zona de detección. La materia puede ser suministrada a través de la primera zona de detección de forma continua o intermitente. La materia puede atravesar la primera zona de detección secuencialmente o en paralelo. Por lo tanto, una sola pieza de materia o una pluralidad de piezas de materia pueden estar en la primera zona de detección al mismo tiempo. Preferiblemente, una pluralidad de trozos de materia están presentes simultáneamente en la primera zona de detección.

45 El aparato comprende un sistema de espectroscopia adaptado para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la primera zona de detección. La luz recibida del sistema de espectroscopia se origina o se origina predominantemente de los conjuntos primero y segundo de haces de luz. Por lo tanto, una cantidad limitada de luz ambiental puede llegar al sistema de espectroscopia. De este modo, el sistema de espectroscopia está adaptado de tal modo que visualiza la primera zona de detección para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia de la primera zona de detección. Pueden proporcionarse elementos ópticos entre una ventana de entrada del sistema de espectroscopia y la primera zona de detección para alterar la trayectoria del haz de la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la primera zona de detección.

55 El aparato comprende un sistema de triangulación láser. El sistema de triangulación láser incluye una disposición láser adaptada para emitir un conducto de luz láser hacia una segunda zona de detección a través de la cual se proporciona la materia. La disposición del láser suele incluir una o varias fuentes de luz láser y, opcionalmente, elementos ópticos para formar la luz láser emitida en un conducto de luz láser.

60 Cabe señalar que, en el contexto de la presente solicitud, el término línea de luz láser puede referirse a cualquier tipo de luz láser, visible o no visible, que tenga una extensión alargada, de manera que la luz forme un conducto o un perfil similar a una línea al incidir sobre una superficie.

La materia se suministra a través de la segunda zona de detección de forma correspondiente a lo descrito anteriormente en relación con la primera zona de detección.

65 El sistema de triangulación láser incluye una disposición de sensores basada en una cámara configurada para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección. La luz recibida de la disposición de sensores basada en la cámara se origina o se origina predominantemente en el conducto de luz

láser. Por lo tanto, una cantidad limitada de luz ambiental puede seguir llegando a la disposición del sensor basado en la cámara. De este modo, la disposición del sensor basado en la cámara está adaptada de tal modo que visualiza la segunda zona de detección para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia de la segunda zona de detección. Como en cualquier sistema de triangulación láser, la luz reflejada del conducto de luz láser se desplazará sobre el elemento sensor de la disposición de sensores basada en cámaras en respuesta a una variación de altura de la materia en la segunda zona de detección. El elemento sensor de la disposición de sensores basada en la cámara suele ser un elemento sensor de imágenes que incluye una matriz de píxeles sensores sensibles a la luz.

La luz recibida del sistema de espectroscopia se cruza completamente con la luz recibida de la disposición de sensores basada en cámaras y/o con el conducto de luz láser. La disposición particular del sistema de espectroscopia en relación con la disposición del sensor basado en la cámara y/o la disposición del láser permite obtener un sistema compacto que requiere mucho menos espacio.

En la práctica, la luz recibida del sistema de espectroscopia, es decir, la luz procedente del primer y segundo conjunto de haces de luz y que ha sido reflejada y/o dispersada por la materia en la primera zona de detección, se cruzará o intersectará completamente con la luz recibida de la disposición de sensores basada en cámaras, es decir, la luz procedente del conducto de luz láser y que ha sido reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección.

Alternativamente, la luz recibida del sistema de espectroscopia seccionará o cruzará completamente el conducto de luz láser. Por lo tanto, tanto el sistema de espectroscopia (y la disposición de la fuente de luz) como el sistema de triangulación láser pueden proporcionarse en la misma zona del aparato, lo que significa que estos dos sistemas pueden proporcionarse en un espacio normalmente necesario para un solo sistema. Esto significa que la presente invención proporciona un aparato compacto con capacidades de detección mejoradas.

Además, la materia atraviesa posteriormente la primera zona de detección y la segunda zona de detección. Esto permite que la materia específica proporcionada en la primera zona de detección pueda correlacionarse posteriormente para ser la misma materia cuando se proporciona en a través de la segunda zona de detección. Esto significa, en la práctica, que la misma materia será analizada normalmente por el sistema de espectroscopia y el de triangulación láser de forma secuencial. Por lo tanto, la presente invención proporciona un aparato compacto con capacidades de detección mejoradas.

El aparato puede comprender además una disposición de enfoque, en la que la disposición de enfoque está adaptada para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz y el segundo conjunto de haces de luz sobre un elemento de exploración, en el que el elemento de exploración está adaptado para redirigir el primer y el segundo conjunto de haces de luz hacia la primera zona de detección, por lo que el primer y el segundo conjunto de haces de luz convergen en la primera zona de detección. Esta disposición ofrece la ventaja de que la primera zona de detección puede ser iluminada por diferentes conjuntos de haces de luz que entran en la primera zona de detección con ángulos diferentes. De este modo, la materia que atraviesa la primera zona de detección puede ser iluminada eficazmente por el primer conjunto de haces de luz y el segundo conjunto de haces de luz que convergen en la primera zona de detección.

El elemento de exploración puede explorar el primer y el segundo conjunto de haces de luz en la primera zona de detección.

El elemento de exploración puede ser uno de los espejos poligonales giratorios y un espejo basculante.

La disposición de la fuente de luz puede incluir una primera fuente de luz adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz y una segunda fuente de luz adaptada para emitir el segundo conjunto de haces de luz. Mediante esta disposición, se puede proporcionar una iluminación más intensa en la primera zona de detección. Además, la iluminación de la primera zona de detección puede adaptarse fácilmente utilizando distintos tipos de fuentes de luz con características diferentes como primera y segunda fuentes de luz. Además, se puede conseguir un aparato más robusto. Puede que no sea necesario poner fuera de servicio el aparato si una de las fuentes de luz primera y segunda falla y, en consecuencia, puede seguir funcionando durante el cambio de una de las fuentes de luz.

La disposición de enfoque puede incluir un primer elemento de enfoque adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz sobre el elemento de exploración y un segundo elemento de enfoque adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz sobre el elemento de exploración, lo que resulta ventajoso porque el primer y el segundo conjunto de haces de luz pueden dirigirse y enfocarse individualmente sobre el elemento de exploración. Los elementos de enfoque pueden ser cualquier elemento óptico capaz de enfocar y dirigir el primer y/o segundo conjunto de haces de luz. Los elementos de enfoque pueden ser una combinación de una pluralidad de elementos ópticos que actúan conjuntamente. Los elementos de enfoque pueden dirigir el primer y/o segundo conjunto de haces de luz a lo largo de una dirección de entrada de luz del primer y/o segundo conjunto de haces de luz. El primer elemento de enfoque puede ser una lente o un espejo. El primer elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo. El segundo elemento de enfoque puede ser una lente o un

espejo. El segundo elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo.

La disposición de la fuente de luz puede incluir una única fuente de luz adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz y el segundo conjunto de haces de luz, lo que resulta ventajoso porque la disposición de la fuente de luz puede ser más eficiente desde el punto de vista energético. Además, la disposición de la fuente de luz puede hacerse más compacta, ya que sólo habrá que asignar espacio a una única fuente de luz.

La disposición de enfoque puede incluir un primer elemento de enfoque adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz sobre el elemento de exploración y un segundo elemento de enfoque adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz sobre el elemento de exploración, lo que resulta ventajoso porque el primer y el segundo conjunto de haces de luz pueden dirigirse y enfocarse individualmente sobre el elemento de exploración. Los elementos de enfoque pueden ser cualquier elemento óptico capaz de enfocar y dirigir el primer y/o segundo conjunto de haces de luz. Los elementos de enfoque pueden ser una combinación de una pluralidad de elementos ópticos que actúan conjuntamente. Los elementos de enfoque pueden dirigir el primer y/o segundo conjunto de haces de luz a lo largo de una dirección de entrada de luz del primer y/o segundo conjunto de haces de luz. El primer elemento de enfoque puede ser una lente o un espejo. El primer elemento de enfoque puede ser un espejo parabólico. El primer elemento de enfoque puede ser un espejo elíptico o un espejo con una forma optimizada para enfocar la luz hacia la primera zona de detección. El primer elemento de enfoque puede ser un espejo parabólico fuera de eje. El primer elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo. El primer elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo plano. El segundo elemento de enfoque puede ser una lente o un espejo. El segundo elemento de enfoque puede ser un espejo parabólico. El segundo elemento de enfoque puede ser un espejo elíptico o un espejo con una forma optimizada para enfocar la luz hacia la primera zona de detección. El segundo elemento de enfoque puede ser un espejo parabólico fuera de eje. El segundo elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo. El segundo elemento de enfoque puede ser una combinación de una lente y un espejo plano.

El sistema de espectroscopia puede incluir un primer sistema espectrómetro adaptado para analizar la luz de un primer intervalo de longitudes de onda y un segundo sistema espectrómetro adaptado para analizar la luz de un segundo intervalo de longitudes de onda, lo que resulta ventajoso porque pueden utilizarse sistemas espectrómetros adaptados para el análisis de un determinado intervalo de longitudes de onda. Gracias a esta disposición, se pueden realizar análisis más sensibles y precisos. El primer intervalo de longitud de onda y el segundo intervalo de longitud de onda pueden solaparse o superponerse parcialmente. El primer intervalo de longitud de onda y el segundo intervalo de longitud de onda pueden ser intervalos separados.

El sistema de espectroscopia puede incluir un primer sistema espectrómetro adaptado para analizar la luz de un primer intervalo de longitudes de onda, un segundo sistema espectrómetro adaptado para analizar la luz de un segundo intervalo de longitudes de onda y un tercer sistema espectrómetro adaptado para analizar la luz de un tercer intervalo de longitudes de onda.

El sistema de espectroscopia puede incluir una pluralidad de sistemas espectrómetros adaptados para analizar la luz de una pluralidad de intervalos de longitud de onda.

El sistema de espectroscopia puede ser un sistema de espectroscopia de barrido, lo que resulta ventajoso porque puede realizarse un análisis preciso que abarque un intervalo de longitudes de onda de la materia en la primera zona de detección. Asimismo, puede adquirirse una imagen de la materia en la primera zona de detección, en la que la imagen incluye información procedente del análisis de la luz recibida por el sistema de espectroscopia de barrido.

La primera zona de detección y la segunda zona de detección pueden superponerse, lo que resulta ventajoso porque puede resultar más fácil correlacionar la materia de la primera zona de detección con la materia correspondiente de la segunda zona de detección. En otras palabras, puede resultar más fácil determinar cuándo una determinada pieza de materia que ha atravesado la primera zona de detección pasa por la segunda zona de detección. Esta configuración es ventajosa cuando la materia se desplaza por la primera zona de detección y/o la segunda zona de detección de forma aleatoria, como suele ocurrir cuando la materia cae libremente o se desliza por la primera zona de detección y/o la segunda zona de detección.

La primera zona de detección y la segunda zona de detección pueden superponerse parcialmente.

El aparato puede incluir además un primer filtro óptico dispuesto entre la disposición de la fuente de luz y la primera zona de detección, contrarrestando el primer filtro óptico la luz procedente del primer conjunto de haces de luz y del segundo conjunto de haces de luz para que no lleguen a la disposición del sensor basado en la cámara. Esta disposición del primer filtro óptico puede contrarrestar la luz no deseada que, de otro modo, correría el riesgo de perturbar el sistema sensor de la cámara al llegar a la misma. La disposición del primer filtro óptico es especialmente relevante y, por tanto, ventajosa cuando la primera zona de detección y la segunda zona de detección se superponen.

5 El aparato puede incluir además un segundo filtro óptico dispuesto entre la segunda zona de detección y la disposición del sensor basado en la cámara, el segundo filtro óptico contrarresta el paso de la luz originada por el primer conjunto de haces de luz, el segundo conjunto de haces de luz y la luz ambiente, al tiempo que permite el paso de la luz originada por el conducto de luz láser. Esta disposición del segundo filtro óptico puede contrarrestar la luz no deseada que, de otro modo, correría el riesgo de perturbar la disposición del sensor basado en la cámara de llegar a la misma. La disposición del segundo filtro óptico es especialmente relevante y, por tanto, ventajosa cuando la primera zona de detección y la segunda zona de detección se superponen.

10 La disposición del láser puede estar adaptada además para emitir otro conducto de luz láser hacia una segunda zona de detección, y la disposición del sensor basado en la cámara puede estar configurada además para recibir y analizar la luz procedente del otro conducto de luz láser que es reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección.

15 Una longitud de onda de la luz de la línea adicional de luz láser puede ser diferente de una longitud de onda de la luz de la línea de luz láser.

20 El aparato puede incluir además un tercer filtro óptico dispuesto entre la segunda zona de detección y el sistema sensor basado en la cámara, el segundo filtro óptico contrarresta el paso de la luz originada por el primer conjunto de haces de luz, el segundo conjunto de haces de luz, la luz láser y la luz ambiente, al tiempo que permite el paso de la luz originada por la línea adicional de luz láser.

25 Mediante la provisión de otro conducto de luz láser con una longitud de onda diferente a la del conducto láser en combinación con el tercer filtro óptico, la cámara puede estar configurada para recibir y analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección basándose en diferentes longitudes de onda. La luz recibida procedente del conducto de luz láser y del conducto adicional de luz láser puede dirigirse ventajosamente a distintas zonas de un elemento sensor de imágenes del sistema sensor basado en cámara o a distintos elementos sensores de imágenes del sistema sensor basado en cámara. La posibilidad de analizar la luz reflejada y/o dispersada por la materia en la segunda zona de detección basándose en diferentes longitudes de onda hace que pueda adquirirse más información sobre la materia en la segunda zona de detección.

30 El aparato puede incluir además una unidad de procesamiento acoplada al sistema de espectroscopia y a la disposición de sensores basada en cámaras, en la que la unidad de procesamiento está configurada para determinar un primer conjunto de propiedades pertenecientes a la materia de la primera zona de detección basándose en una señal de salida del sistema de espectroscopia, y en la que la unidad de procesamiento está configurada para determinar un segundo conjunto de propiedades pertenecientes a la materia de la segunda zona de detección basándose en una señal de salida de la disposición de sensores basada en cámaras. La disposición de una unidad de procesamiento acoplada al sistema de espectroscopia y a la disposición de sensores basados en cámaras hace que la unidad de procesamiento pueda determinar propiedades o una propiedad de la materia en las respectivas zonas de detección primera y segunda. De este modo, la unidad de procesamiento puede recibir señales del sistema de espectroscopia y de la disposición de sensores basados en cámaras, respectivamente. Las señales recibidas pueden basarse en el análisis de la luz recibida por el sistema de espectroscopia y la disposición de sensores basados en cámaras, respectivamente.

45 Debe tenerse en cuenta que, en el contexto de esta solicitud, el término unidad de procesamiento puede ser cualquier unidad, sistema o dispositivo capaz de recibir una señal o señales o datos de otras entidades y de procesar las señales o datos recibidos. El procesamiento puede incluir, por ejemplo, el cálculo de propiedades o una propiedad basada en las señales o datos recibidos, el reenvío de las señales o datos recibidos y la alteración de las señales o datos recibidos. La unidad de procesamiento puede ser una única unidad o estar distribuida en una pluralidad de dispositivos, como una pluralidad de PC, cada uno de ellos con capacidad de procesamiento. La unidad de procesamiento puede implementarse en hardware o en software.

50 Cabe señalar que en el contexto de esta solicitud, el término conjunto de propiedades puede ser cualquier conjunto de datos, incluido cualquier tipo de datos. El conjunto de propiedades puede incluir cualquier número de propiedades, incluyendo 0. Por lo tanto, el conjunto de propiedades puede ser un conjunto vacío, lo que, por ejemplo, puede ser indicativo de la no presencia de materia.

55 El primer conjunto de propiedades puede ser indicativo de al menos una de las siguientes características: una respuesta espectral de la materia, un tipo de material de la materia, un color de la materia, una fluorescencia de la materia, una madurez de la materia, un contenido de materia seca de la materia, un contenido de agua de la materia, un contenido de grasa de la materia, un contenido de aceite de la materia, un valor calorífico de la materia, una presencia de huesos o espinas de pescado de la materia, una presencia de plaga, un tipo de mineral de la materia, un tipo de mena de la materia, un nivel de defectos de la materia, una detección de materiales biológicos peligrosos de la materia, una presencia de materia, una no presencia de materia, una detección de materiales multicapa de la materia, una detección de marcadores fluorescentes de la materia, un grado de calidad de la materia, una estructura física de la superficie de la materia y una estructura molecular de la materia.

Un ejemplo de material biológico peligroso relevante que puede detectarse es la micotoxina.

Las características anteriores del primer conjunto de propiedades pueden determinarse en combinaciones específicas que pueden ser útiles para detectar materia en la primera zona de detección. Ejemplos de aplicaciones en las que estas combinaciones son útiles son la clasificación de alimentos para mascotas, la detección de espinas de pescado en filetes, la clasificación de papel mediante espectroscopia visible y NIR, la eliminación de materias extrañas y cáscaras de los pistachos, el reciclado de polímeros, por citar algunos ejemplos no limitativos.

El segundo conjunto de propiedades puede ser indicativo de al menos una de una altura de la materia, un perfil de altura de la materia, un mapa tridimensional de la materia, un perfil de intensidad de la luz reflejada y/o dispersada, un centro de volumen de la materia, un centro de masa estimado de la materia, un peso estimado de la materia, una estimación de la materia, una presencia de materia, una no presencia de materia, una detección de la dispersión isotrópica y anisotrópica de la luz de la materia, una estructura y calidad de la madera, una rugosidad y textura de la superficie de la materia y una indicación de la presencia de fluidos en la materia.

Ejemplos de fluidos relevantes son el aceite y el agua en los productos alimentarios.

Las características anteriores del segundo conjunto de propiedades pueden determinarse en combinaciones específicas que pueden ser útiles para detectar materia en la segunda zona de detección. Ejemplos de aplicaciones en las que tales combinaciones son útiles son la clasificación de vidrio y la clasificación de cuarzo, por poner algunos ejemplos no limitativos.

La unidad de procesamiento puede estar configurada además para recibir una entrada indicativa de un ángulo de visión de la disposición de sensores basada en cámaras con respecto a la segunda zona de detección, y para compensar el ángulo de visión de la disposición de sensores basada en cámaras al determinar el segundo conjunto de propiedades, lo que resulta ventajoso porque puede lograrse una clasificación o expulsión posterior más precisa de la materia. En la práctica, la altura de la materia en la segunda zona de detección puede compensarse al determinar una posición de la materia en la segunda zona de detección. De este modo, una operación de clasificación o expulsión posterior puede afectar o influir en la materia en un lugar que contrarreste una clasificación o expulsión errónea. Por ejemplo, un clasificador o eyector puede incidir sobre la materia en su centro de masa estimado, reduciendo así el riesgo, por ejemplo, de deslizamiento o volteo de la materia. Un eyector puede configurarse con pasos de procesamiento de imágenes de válvula para reducir o minimizar el consumo de aire comprimido y de energía, manteniendo al mismo tiempo un rendimiento de clasificación y una pérdida de clasificación óptimos.

La unidad de procesamiento puede estar configurada para recibir una entrada indicativa de una geometría de la disposición del láser y de la disposición del sensor basado en la cámara con respecto a la segunda zona de detección.

La unidad de procesamiento puede estar configurada para compensar la geometría de la disposición del láser y de la disposición del sensor basado en la cámara con respecto a la segunda zona de detección al determinar el segundo conjunto de propiedades.

El aparato puede comprender además una disposición de expulsión acoplada a la unidad de procesamiento, en la que la disposición de expulsión está adaptada para expulsar y clasificar la materia en una pluralidad de fracciones en respuesta a la recepción de una señal procedente de la unidad de procesamiento basada en el primer conjunto de propiedades determinado y/o el segundo conjunto de propiedades determinado, la disposición de expulsión está adaptada para expulsar y clasificar dicha materia por medio de al menos uno de un chorro de aire comprimido, un chorro de agua a presión, un dedo mecánico, una barra de chorros de aire comprimido, una barra de chorros de agua a presión, una barra de dedos mecánicos, un brazo robótico y un desviador mecánico.

Mediante la provisión de un dispositivo de expulsión acoplado a la unidad de procesamiento, el aparato puede expulsar y así clasificar la materia en una pluralidad de fracciones basadas en el primer conjunto de propiedades determinado y/o el segundo conjunto de propiedades determinado. Por lo tanto, la materia puede clasificarse basándose en el análisis realizado por el sistema de espectroscopia y/o el sistema de triangulación láser.

La pluralidad de fracciones puede basarse en cualquiera de las propiedades determinadas. Las fracciones pueden basarse, por ejemplo, en el material o el color. Una fracción puede corresponder a materia que debe ser descartada o desechada.

La expulsión y la clasificación pueden ejecutarse mediante un chorro de aire comprimido, un chorro de agua a presión, un dedo mecánico, una barra de chorros de aire comprimido, una barra de chorros de agua a presión, una barra de dedos mecánicos, un brazo robótico o un desviador mecánico.

Alternativamente, antes de ser expulsada y clasificada, la materia puede ser analizada en línea por, por ejemplo, un servicio en la nube. La materia así analizada puede entonces clasificarse, por ejemplo, en términos de pureza,

nivel de defectos, color medio, etc.

5 El aparato puede comprender además, un transportador para transportar la materia a través de la primera zona de detección y la segunda zona de detección, o una rampa, que opcionalmente incluye un alimentador de vibración, para el deslizamiento o caída libre de la materia a través de la primera zona de detección y/o la segunda zona de detección.

10 Mediante la provisión de un transportador, la materia puede ser transportada a través de la primera zona de detección y la segunda zona de detección de forma controlada. La materia transportada a través de la primera zona de detección y analizada en ella puede ser transportada a continuación a través de la segunda zona de detección y analizada en ella. Mediante un transporte controlado de la materia a través de la primera zona de detección y la segunda zona de detección se puede seguir el rastro de la materia. Por lo tanto, la materia de la primera zona de detección puede correlacionarse o identificarse como la misma materia de la segunda zona de detección.

15 Mediante la provisión de una rampa, que opcionalmente incluye un alimentador de vibración, la materia puede deslizarse o hacerse caer libremente a través de la primera zona de detección y/o la segunda zona de detección. La materia puede deslizarse a través de la primera zona de detección y la segunda zona de detección. La materia puede hacerse caer libremente a través de la primera zona de detección y la segunda zona de detección. La materia puede deslizarse a través de la primera zona de detección y hacerse caer libremente a través de la segunda zona de detección. La disposición de una rampa, que incluye opcionalmente un alimentador vibratorio, resulta ventajosa para objetos a granel pequeños, como granos de diferentes tipos.

20 Un alcance adicional de aplicabilidad de la presente invención se hará evidente a partir de la descripción detallada dada a continuación. Sin embargo, deberá entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican variantes preferidas del presente concepto inventivo, se proporcionan sólo a manera de ilustración, ya que diversos cambios y modificaciones dentro del alcance del concepto inventivo serán evidentes para aquellos de experiencia en la técnica a partir de esta descripción detallada.

25 Por lo tanto, debe entenderse que este concepto inventivo no se limita a las partes componentes particulares del dispositivo descrito, ya que dicho dispositivo puede variar. Asimismo, debe entenderse que la terminología empleada en la presente es únicamente para describir variantes concretas y no pretende ser limitativa. Debe tenerse en cuenta que, tal como se utiliza en la especificación y la reivindicación anexa, los artículos "uno", "una", "el" y "tal" pretenden significar que existe uno o más de los elementos a menos que el contexto dicte claramente lo contrario. De esta manera, por ejemplo, la referencia a "una unidad" o "la unidad" puede incluir varios dispositivos, y similares. Además, las palabras "que comprenda", "que incluya", "que contenga" y expresiones similares no excluyen otros elementos.

40 Breve descripción de los dibujos

Los aspectos del presente concepto inventivo, incluidas sus características y ventajas particulares, se comprenderán fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada y de los dibujos adjuntos. Las figuras se proporcionan para ilustrar las estructuras generales del presente concepto inventivo. Números de referencia similares se refieren a elementos similares a través de los mismos.

45 La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato para detectar materia.
La figura 2 es una vista esquemática en perspectiva del aparato de la figura 1.
La figura 3 es una vista esquemática de una primera variante de una disposición de fuente luminosa y de la disposición de enfoque asociada.
50 La figura 4 es una vista esquemática de una segunda variante de una disposición de fuente luminosa y de la disposición de enfoque asociada.
La figura 5 es una vista esquemática detallada en perspectiva de un montaje diferente que puede utilizarse en el aparato de la figura 1.
La figura 6 es una vista esquemática detallada en perspectiva de una configuración diferente en la que se superponen la primera y la segunda zonas de detección.

55 Descripción detallada

60 El presente concepto inventivo se describirá más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran variantes actualmente preferidas del concepto inventivo. No obstante, este concepto inventivo puede implementarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las variantes aquí expuestas; más bien, estas variantes se proporcionan para que sean exhaustivas y completas, y transmiten plenamente el alcance del concepto inventivo al experto.

65 La figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato 100 para detectar materia. La materia 102 pasa por una primera zona de detección 104 y una segunda zona de detección 106.

5 En el aparato representado 100 de la figura 1, la materia 102 se transporta a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 mediante un transportador 108. No obstante, la materia 102 puede pasar por la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 por cualquier medio adecuado o manualmente sin ningún medio técnico. Además, la materia 102 puede atravesar la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 por deslizamiento o caída libre. Por lo tanto, el transportador de la figura 1 es opcional.

10 El aparato representado 100 de la figura 1 incluye además un alojamiento 110 dispuesto sobre la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106. En otras palabras, el alojamiento 110 está dispuesto por encima del transportador 108.

15 Remitiéndonos ahora también a la figura 2, que muestra esquemáticamente una selección de componentes dispuestos en el alojamiento 110.

En el interior del alojamiento 110 hay una disposición de fuente de luz 114 adaptada para emitir un primer conjunto de haces de luz 116 y un segundo conjunto de haces de luz 118 hacia la primera zona de detección 104.

20 En el interior del alojamiento 110 hay un sistema de espectroscopia 120 adaptado para recibir y analizar la luz 122 que es reflejada y/o dispersada por la materia 102 en la primera zona de detección 104.

25 En el interior del alojamiento 110 hay un sistema de triangulación láser 124. El sistema de triangulación láser 124 incluye una disposición láser 126 adaptada para emitir un conducto de luz láser 130 hacia la segunda zona de detección 106. El sistema de triangulación láser 124 incluye una disposición de sensores basada en una cámara 128 configurada para recibir y analizar la luz 132 que es reflejada y/o dispersada por la materia 102 en la segunda zona de detección 106.

30 El aparato representado 100 de la figura 1 incluye además una disposición de expulsión 112 dispuesta aguas abajo de la primera zona de detección 104 y de la segunda zona de detección 106. El dispositivo de expulsión 112 está adaptado para expulsar y clasificar la materia 102 en una pluralidad de fracciones. Sin embargo, la disposición de expulsión 112 de la figura 1 es opcional.

35 El aparato representado 100 de la figura 1 incluye además un armario de control 111 dispuesto sobre el transportador 108. El armario de control 111 incluye equipos utilizados para controlar el aparato 100. El equipo suele incluir una unidad de procesamiento 113 o unidad de control para controlar el transportador 108, la disposición de expulsión 112 y el equipo del alojamiento 110. La unidad de procesamiento 113 se utiliza normalmente para determinar las propiedades o una propiedad de la materia 102 basándose en la medición realizada por el equipo del alojamiento 110.

40 Refiriéndose ahora en particular a la figura 2, aquí se representan conceptualmente los componentes del interior del alojamiento 110 de la figura 1. La figura 2 también ilustra una porción del transportador 108 que incluye la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106.

45 Como puede verse en la figura 2, la luz recibida 122 del sistema de espectroscopia 120 se cruza con la luz recibida 132 de la disposición de sensores basada en la cámara 128.

50 La materia 102 atraviesa la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 por medio del transportador 108. En otras palabras, la materia 102 es en el aparato representado 100 de las figuras 1 y 2 transportada a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106. La materia 102 se transporta típicamente a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 de forma continua. La materia 102 puede ser transportada a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 de forma intermitente. La materia 102 puede ser transportada a través de la primera zona de detección 104 puño y posteriormente a través de la segunda zona de detección 106. La materia 102 puede ser transportada a través de la segunda zona de detección 106 puño y posteriormente a través de la primera zona de detección 104.

55 La disposición láser 126 incluye un láser de conducto que emite el conducto de luz láser 130. El láser puede ser de cualquier tipo. El láser tiene preferentemente una longitud de onda de pico a 660 nm o 640 nm. Un ejemplo de láser adecuado es el Z100M18S3-F-660-LP60-PR fabricado por Z-Laser que emite un conducto de luz láser con una longitud de onda de 660 nm. La disposición del láser 126 puede estar equipada con un dispositivo termoeléctrico de refrigeración y aislamiento para soportar una temperatura ambiente típica de 60°C. El conducto de luz láser 130 incide sobre la materia 102 en la segunda zona de detección 106, donde la luz es reflejada y/o dispersada por la materia 102. Una porción de la luz así reflejada y/o dispersada 132 suele llegar a la disposición del sensor basado en la cámara 128, como se ilustra esquemáticamente en la figura 2. Por lo tanto, la disposición de sensores basada en la cámara 128 verá y, en consecuencia, tomará imágenes del conducto de luz láser 130 cuando incida sobre la materia 102 en la segunda zona de detección 106. La disposición de sensores basada en

la cámara 128 puede incluir, por ejemplo, una cámara del tipo C5 fabricada por AT - Automation Technology GmbH. Por lo tanto, como en cualquier sistema de triangulación láser 124, una variación de altura o una presencia de la materia 102 en la segunda zona de detección 106 desplazará la ubicación de la imagen del conducto de luz láser en un elemento sensor de la cámara de la disposición de sensores basada en cámara 128. El desplazamiento se debe a la diferencia de ángulo entre el campo de visión de la cámara de la disposición de sensores basada en cámara 128 y el conducto de luz láser 130. Pueden determinarse diversas propiedades de la materia 102 en la segunda zona de detección 106 basándose en las mediciones realizadas por la disposición de sensores basada en cámaras 128.

Además, junto con la disposición de fuente de luz 114 representada, se proporciona una disposición de enfoque 134. La disposición de enfoque 134 está adaptada para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 sobre un elemento de exploración 136. El elemento de exploración 136 está adaptado para redirigir el primer y el segundo conjunto de haces luminosos 116, 118 hacia la primera zona de detección 104. Mediante la disposición del elemento de exploración 136, el primer y el segundo conjunto de haces luminosos 116, 118 convergen en la primera zona de detección 104, tal como se ilustra en la figura 2. El elemento de exploración 136 representado en la figura 2 tiene la forma de un espejo poligonal giratorio. Así, al girar el espejo poligonal se producirá el barrido del primer conjunto de haces luminosos 116 y del segundo conjunto de haces luminosos 118 en la primera zona de detección 104. De este modo, el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 se escanearán a través de la primera zona de detección 104 y, en consecuencia, se escanearán a través del transportador 108.

Pueden utilizarse ventajosamente otros tipos de elementos de exploración. Por ejemplo, puede utilizarse un espejo de exploración abisagrado sobre un eje pivotante.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de espectroscopia 120 está adaptado para recibir y analizar la luz 122 que es reflejada y/o dispersada por la materia 102 en la primera zona de detección 104. La luz 122 que es reflejada y/o dispersada por la materia 102 en la primera zona de detección 104 incidirá antes de entrar en el sistema de espectroscopia 120 en el elemento de barrido 136, es decir, el espejo poligonal, forma en la que la luz 122 se dirige a una ventana de entrada del sistema de espectroscopia 120 mediante un espejo plegable fijo. El espejo plegable fijo puede estar situado entre el lugar en el que el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 salen de la disposición de enfoque 134.

El sistema de espectroscopia 120 puede incluir un espectrómetro fabricado por Tomra que sea capaz de hacer frente a la tasa de repetición requerida. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 400 - 1000 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 500 - 1000 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 1000 - 1900 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar luz con una longitud de onda superior a 900 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 1900 - 2500 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 2700 - 5300 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 900 - 1700 nm. El espectrómetro puede estar configurado para analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 700 - 1400 nm. El espectrómetro puede analizar la luz visible. El espectrómetro puede analizar la luz NIR. El espectrómetro puede analizar la luz IR. Pueden utilizarse distintos tipos de espectrómetros en función de las características de la materia 102 que se desee detectar.

En el aparato 100 puede utilizarse más de un sistema de espectroscopia 120. Por lo tanto, puede utilizarse más de un espectrómetro en el aparato 100. Por ejemplo, el sistema de espectroscopia 120 puede incluir un primer sistema espectrómetro 120 adaptado para analizar la luz de un primer intervalo de longitudes de onda y un segundo sistema espectrómetro 120 adaptado para analizar la luz de un segundo intervalo de longitudes de onda. A modo de ejemplo, un primer sistema de espectroscopia 120 puede analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 450 - 800 nm y un segundo sistema de espectroscopia 120 puede analizar la luz en el intervalo de longitud de onda 1500 - 1900 nm. Por ejemplo, puede utilizarse un espectrómetro para la luz visible en combinación con un espectrómetro NIR.

Del mismo modo, pueden incluirse tres o más sistemas de espectroscopia 120 en el sistema de espectroscopia 120. Por ello, pueden utilizarse tres o más espectrómetros. Por ejemplo, se puede utilizar un espectrómetro para la luz visible en combinación con dos espectrómetros NIR.

El sistema de espectroscopia 120 puede ser un sistema de espectroscopia de barrido 120. Un ejemplo de espectrómetro de barrido adecuado es el fabricado por Tomra.

Varias propiedades de la materia 102 en la primera zona de detección 104 pueden determinarse basándose en las mediciones realizadas por el sistema de espectroscopia 120.

Como se ha comentado anteriormente, el aparato representado 100 de las figuras 1 y 2 incluye una unidad de procesamiento 113. En el aparato 100 representado, la unidad de procesamiento 113 se encuentra en el armario

de control 111. La unidad de procesamiento 113 está acoplada al sistema de espectroscopia 120 y a la disposición de sensores basada en la cámara 128. El acoplamiento entre la unidad de procesamiento 113, el sistema de espectroscopia 120 y la disposición de sensores basados en cámaras 128 se ilustra esquemáticamente mediante conductos discontinuos en la figura 2. La unidad de procesamiento 113 puede acoplarse al sistema de espectroscopia 120 y a la disposición de sensores basados en cámaras 128 mediante cualquier conexión adecuada, incluidas las conexiones por cable e inalámbricas. Se puede aprovechar cualquier conexión capaz de transmitir datos en cualquier formato, digital o analógico.

La unidad de procesamiento 113 del aparato 100 representado está configurada para determinar un primer conjunto de propiedades pertenecientes a la materia 102 en la primera zona de detección 106. Como se ha comentado anteriormente, el primer conjunto de propiedades puede ser cualquier conjunto de datos que incluya cualquier tipo de datos. El primer conjunto de propiedades puede incluir cualquier número de propiedades. El primer conjunto de propiedades se determina basándose en una señal de salida S1 del sistema de espectroscopia 120. La señal S1 puede incluir cualquier tipo de dato, proceda o no proceda. De este modo, la unidad de procesamiento 113 está configurada para recibir y analizar datos basados en la señal de salida S1 del sistema de espectroscopia 120 y para determinar un conjunto de propiedades del puño basándose en la señal S1.

El primer conjunto de propiedades puede ser indicativo de al menos una de las siguientes características: una respuesta espectral de la materia 102, un tipo de material de la materia 102, un color de la materia 102, una fluorescencia de la materia 102, una madurez de la materia 102, un contenido de materia seca de la materia 102, un contenido de agua de la materia 102, un contenido de grasa de la materia 102, un contenido de aceite de la materia 102, un valor calorífico de la materia 102, una presencia de espinas o espinas de pescado de la materia 102, una presencia de plaga de la materia 102, un tipo de mineral de la materia 102, un tipo de mena de la materia 102, un nivel de defectos de la materia 102, una detección de materiales biológicos peligrosos de la materia 102, una presencia de materia 102, una no presencia de materia 102, una detección de materiales multicapa de la materia 102, una detección de marcadores fluorescentes de la materia 102, un grado de calidad de la materia 102, una estructura física de la superficie de la materia 102 y una estructura molecular de la materia 102.

Asimismo, el sistema de espectroscopia 120 puede incluir capacidades de procesamiento posiblemente utilizadas para procesar los datos brutos reales procedentes del espectrómetro o espectrómetros del sistema de espectroscopia 120. Esto significa que el sistema de espectroscopia 120 puede ser capaz de determinar propiedades o una propiedad a incluir en el primer conjunto de propiedades por la unidad de procesamiento 113. En otras palabras, la unidad de procesamiento 113 puede estar configurada para incluir simplemente los datos ya procesados del sistema de espectroscopia 120 en el primer conjunto de propiedades.

Para diferentes aplicaciones del aparato 100 se suelen incluir diferentes propiedades en el primer conjunto de propiedades. En otras palabras, el primer conjunto de propiedades es típicamente indicativo de diferentes propiedades para diferentes aplicaciones del aparato 100.

En las aplicaciones en las que se reciclan residuos, el primer conjunto de propiedades suele ser indicativo del material del polímero, el material del manguito y el material del tapón.

En las aplicaciones en las que se clasifican frutas o verduras, el primer conjunto de propiedades suele ser indicativo de materias extrañas como polímeros, piedras y cáscaras.

En las aplicaciones en las que se clasifica la madera, el primer conjunto de propiedades suele ser indicativo del tipo de madera y de la presencia de material extraño.

La unidad de procesamiento 113 del aparato 100 representado está configurada para determinar un segundo conjunto de propiedades pertenecientes a la materia 102 en la segunda zona de detección 108. Como se ha comentado anteriormente, el segundo conjunto de propiedades puede ser cualquier conjunto de datos que incluya cualquier tipo de datos. El segundo conjunto de propiedades puede incluir cualquier número de propiedades. El segundo conjunto de propiedades se determina basándose en una señal de salida S2 de la disposición de sensores basada en la cámara 128. La señal S2 puede incluir cualquier tipo de datos, procedimentales o brutos. De este modo, la unidad de procesamiento 113 está configurada para recibir y analizar datos basados en la señal de salida S2 de la de la disposición de sensores basada en cámara 128 y para determinar un segundo conjunto de propiedades basado en la señal S2.

El segundo conjunto de propiedades puede ser indicativo de al menos una de las siguientes: una altura de la materia 102, un perfil de altura de la materia 102, un mapa tridimensional de la materia 102, un perfil de intensidad de la luz reflejada y/o dispersada 132, un centro de volumen de la materia 102, un centro de masa estimado de la materia 102, un peso estimado de la materia 102, una estimación del material de la materia 102, una presencia de materia 102, una no presencia de materia 102, una detección de la dispersión isotrópica y anisotrópica de la luz de la materia 102, una estructura y calidad de la madera, una rugosidad y textura de la superficie de la materia 102 y una indicación de la presencia de fluidos en la materia 102.

5 Asimismo, la disposición de sensor basada en cámara 128 puede incluir capacidades de procesamiento posiblemente utilizadas para procesar los datos brutos reales de la cámara o cámaras de la disposición de sensor basada en cámara 128. Esto significa que la disposición de sensores basada en la cámara 128 puede ser capaz de determinar las propiedades o una propiedad que la unidad de procesamiento 113 debe incluir en el segundo conjunto de propiedades. En otras palabras, la unidad de procesamiento 113 puede estar configurada para incluir simplemente los datos ya procesados de la disposición de sensores basada en la cámara 128 en el segundo conjunto de propiedades.

10 Para las diferentes aplicaciones del aparato 100 se suelen incluir diferentes propiedades en el segundo conjunto de propiedades, como se ha descrito anteriormente en relación con el primer conjunto de propiedades. En otras palabras, el segundo conjunto de propiedades es típicamente indicativo de diferentes propiedades para diferentes aplicaciones del aparato 100.

15 La unidad de procesamiento 113 del aparato representado 100 puede estar configurada para compensar el ángulo de visión de la disposición del sensor basado en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 y, por tanto, con respecto al transportador 108. Para poder compensar el ángulo de visión de la disposición del sensor basado en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106, la unidad de procesamiento 113 está configurada para recibir una entrada indicativa del ángulo de visión de la disposición del sensor basado en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106, es decir, con respecto a la segunda zona de detección 106 en el transportador 108. Basándose en la información recibida relativa al ángulo de visión, la unidad de procesamiento 113 puede compensar así el ángulo de visión de la disposición de sensores basada en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 al determinar el segundo conjunto de propiedades basándose en la señal recibida S2.

25 La entrada recibida relativa al ángulo de visión de la disposición de sensores basada en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 puede ser una variable estática indicativa del ángulo de visión. La entrada recibida relativa al ángulo de visión de la disposición de sensores basada en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 puede ser una entrada dinámica basada en una medición del ángulo de visión. En este último caso, pueden tenerse en cuenta las variaciones dinámicas de, por ejemplo, el transportador 108.

30 En la práctica, la altura o una altura variable de la materia 102 puede tenerse en cuenta y compensarse al determinar una posición de la materia en la segunda zona de detección 106. Además, la geometría de la disposición del láser 126 y de la disposición del sensor basado en la cámara 128 puede tenerse en cuenta a la hora de determinar la posición de la materia en la segunda zona de detección 106.

35 Si no se compensa la altura de la materia 102 al determinar una posición de la materia 102 en la segunda zona de detección 106, se corre el riesgo de que la expulsión y la clasificación posteriores de la materia 102 sean menos precisas, ya que la posición real de la materia 102 puede diferir de la posición determinada. También puede producirse una expulsión y una clasificación erróneas o nulas. Por ejemplo, la disposición de expulsión 112 puede incidir en una posición menos favorable en una región del borde de la materia 102, lo que provocaría una expulsión y una clasificación erróneas de la materia 102. En otras palabras, la disposición de expulsión 112 puede incidir sobre la materia en una posición alejada del centro de masa de la materia 102, lo que a su vez puede dar lugar a que la materia esté dando tumbos en lugar de ser desplazada, es decir, expulsada y clasificada.

45 La unidad de procesamiento 113 puede estar configurada para recibir una entrada indicativa de una geometría de la disposición del láser 126 y de la disposición del sensor basado en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106.

50 La unidad de procesamiento 113 del aparato 100 representado puede estar configurada para compensar la geometría de la disposición láser 126 y de la disposición de sensores basados en cámaras 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 y, por tanto, con respecto al transportador 108, al determinar el segundo conjunto de propiedades.

55 La disposición de expulsión 112 del aparato 100 representado está acoplada a la unidad de procesamiento 113. El dispositivo de expulsión 112 está adaptado para expulsar y así clasificar la materia 102 en una pluralidad de fracciones. Por ejemplo, la materia 102 puede clasificarse en una fracción para chatarra y otra que vaya a utilizarse. En el caso de las frutas y verduras, la materia 102, es decir, las frutas y verduras, puede clasificarse en una pluralidad de fracciones en función de un color que, a su vez, corresponde a un grado de madurez, a defectos o a la presencia de materias extrañas.

60 La expulsión y la clasificación realizadas por la disposición de expulsión 112 pueden iniciarse en respuesta a la recepción de una señal procedente de la unidad de procesamiento 113. La señal de la unidad de procesamiento 113 se basa normalmente en el primer conjunto de propiedades determinado y/o en el segundo conjunto de propiedades determinado. Por lo tanto, la materia puede clasificarse basándose en el análisis realizado por el sistema de espectroscopia 120 y/o el sistema de triangulación láser 124.

La señal así recibida puede ser una simple señal de encendido/apagado o puede ser una señal compleja que incluya, por ejemplo, coordenadas específicas de la materia 102 al acercarse a la disposición eyectora 112. En este último caso, la disposición de expulsión 112 puede así incidir o agarrar una materia específica 102 que cumpla unos criterios concretos y hacerlo en un lugar específico, con el resultado de que la materia 102 es expulsada y, por tanto, clasificada.

Para realizar la expulsión y la clasificación propiamente dichas, el dispositivo de expulsión 112 puede incluir un chorro de aire comprimido, un chorro de agua a presión, un dedo mecánico, una barra de chorros de aire comprimido, una barra de chorros de agua a presión, una barra de dedos mecánicos, un brazo robótico y un desviador mecánico. Las entidades y los principios utilizados para realizar la expulsión y la clasificación son, por consiguiente, conocidos en la técnica per se.

Refiriéndonos ahora a la figura 3, aquí se representa conceptualmente una primera variante de una disposición de fuente luminosa 114 y una disposición de enfoque asociada 134 que pueden utilizarse en el aparato 100 de las figuras 1 y 2.

La disposición de fuentes de luz 114 representada en la figura 3 en incluye una primera fuente de luz 138 y una segunda fuente de luz 140. La primera fuente de luz 138 está adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz 116 y una segunda fuente de luz 140 está adaptada para emitir el segundo conjunto de haces de luz 118.

La primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140 pueden ser del mismo tipo. La primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140 pueden ser de distintos tipos. La primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140 pueden ser fuentes espectrales de banda ancha, como las fuentes de luz halógena. Las fuentes de luz halógena adecuadas para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140 pueden tener una distribución espectral que comience a unos 400 nm y decaiga significativamente a unos 2,5 μm . Puede producirse una potencia de emisión máxima en torno a 1,3 μm . Como alternativa, pueden utilizarse fuentes de luz de arco de xenón para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140. Una longitud de onda más corta, como a partir de 200 nm, puede conseguirse utilizando fuentes de luz de arco de xenón. Como alternativas adicionales, pueden utilizarse fuentes de luz LED o elementos calefactores para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140. Para la espectroscopia de fluorescencia ultravioleta pueden utilizarse ventajosamente fuentes de luz LED. Para la espectroscopia de infrarrojo medio pueden utilizarse ventajosamente elementos calefactores. Para los sistemas de espectroscopia de alta resolución espacial y espectral, pueden utilizarse láseres de supercontinuum para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140. Para los sistemas multiespectrales de alta resolución espacial y espectral, pueden utilizarse láseres de múltiples longitudes de onda en combinación para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140. Para los sistemas multiespectrales optimizados de alta resolución espacial, pueden utilizarse LED y LED pulsados para la primera fuente de luz 138 y la segunda fuente de luz 140, preferentemente junto con cámaras de exploración de conductos.

Además, la disposición de enfoque 134 representada en la figura 3 incluye un primer elemento de enfoque 142, en forma de lente, adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz 116 sobre el elemento de exploración 136 y un segundo elemento de enfoque 144, en forma de lente, adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz 118 sobre el elemento de exploración 136. El elemento de exploración 136 no se representa en la figura 3 por razones de simplicidad. El primer elemento de enfoque 142 y/o el segundo elemento de enfoque 144 pueden incluir alternativamente un espejo. El primer elemento de enfoque 142 y/o el segundo elemento de enfoque 144 pueden ser alternativamente una combinación de al menos una lente y al menos un espejo.

Refiriéndonos ahora a la figura 4, aquí se representa conceptualmente una segunda variante de una disposición de fuente luminosa 114 y una disposición de enfoque asociada 134 que pueden utilizarse en el aparato 100 de las figuras 1 y 2.

La disposición de la fuente de luz 114 representada en la figura 4 en incluye una única fuente 146. La fuente única 146 está adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz 116 el segundo conjunto de haces de luz 118. En la práctica, el primer conjunto de haces de luz 116 el segundo conjunto de haces de luz 118 son típicamente haces de luz emitidos en diferentes direcciones por la fuente única 146.

La fuente única 146 puede ser de cualquier tipo de las fuentes de luz descritas anteriormente en relación con la figura 3.

Además, la disposición de enfoque 134 representada en la figura 4 incluye un primer elemento de enfoque 142, en forma de espejo parabólico fuera del eje, adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz 116 sobre el elemento de exploración 136 y un segundo elemento de enfoque 144, en forma de espejo parabólico fuera del eje, adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz 118 sobre el elemento de exploración 136. El elemento de exploración 136 no se representa en la figura 4 por razones de simplicidad. El primer elemento de enfoque 142 y/o el segundo elemento de enfoque 144 pueden incluir alternativamente un espejo plano combinado con una lente asociada.

La disposición de fuentes luminosas 114 representada en la figura 4, incluida la fuente única 146, puede incluir un dispositivo de conmutación de fuentes luminosas 115 automatizado o semiautomatizado. Por lo tanto, el dispositivo de conmutación de la fuente luminosa 115 puede estar configurado para desplazar físicamente una fuente luminosa de repuesto 147 y la fuente luminosa única 146 en caso de que falle la fuente luminosa única 146. Más concretamente, en caso de que falle la fuente de luz única 146, el dispositivo de conmutación de fuentes de luz 115 puede desplazar la fuente de luz de repuesto 147 a la posición de la fuente de luz única 146 al tiempo que retira la fuente de luz única 146. El dispositivo de conmutación de la fuente de luz 115 puede estar configurado para detectar cuándo la fuente de luz de reserva 147 ha alcanzado la posición correcta, es decir, la posición inicial de la fuente de luz única 146, y encender entonces la fuente de luz de reserva 147. El dispositivo de conmutación de la fuente luminosa 115 puede estar automatizado y conmutar la fuente luminosa al detectarse un fallo de la fuente luminosa única 146. Como alternativa, el dispositivo de conmutación de la fuente de luz 115 puede estar automatizado y conmutar la fuente de luz en respuesta a una entrada iniciada por el usuario.

Refiriéndonos ahora a la figura 5, aquí se representa conceptualmente una configuración diferente de los componentes en el interior del alojamiento 110 de la figura 1. La figura 5 también ilustra una porción del transportador 108 que incluye la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106. El montaje representado en la figura 5 es similar al de la figura 2. Por lo tanto, sólo se comentarán las diferencias relevantes entre la figura 5 y la 2. para evitar repeticiones indebidas.

Como puede verse en la figura 5, la luz recibida 122 del sistema de espectroscopia 120 secante el conducto de luz láser 130. Además, como puede verse en la figura 5, la disposición del sensor basado en la cámara 128 está viendo la segunda zona de detección 106 del transportador 108 desde arriba, es decir, en dirección normal con respecto a la superficie del transportador 108, y la disposición del láser 126 está inclinada con respecto a la superficie del transportador 108, es decir, no es normal con respecto a la superficie del transportador 108. Por lo tanto, el conducto de luz láser 130 incide en el transportador 108 de forma angular.

Como se ha comentado anteriormente en relación con la figura 2, la posición de la materia 102 en la segunda zona de detección 106 puede compensarse teniendo en cuenta la altura o una altura variable de la materia 102 al determinar la posición de la materia en la segunda zona de detección 106. En otras palabras, la unidad de procesamiento 113 puede compensar el ángulo de visión de la disposición del sensor basado en la cámara 128 con respecto a la segunda zona de detección 106 y, por tanto, con respecto al transportador 108. En la práctica, la geometría de la disposición del láser 126 y de la disposición del sensor basado en la cámara 128 puede tenerse en cuenta a la hora de determinar la posición de la materia en la segunda zona de detección 106.

Refiriéndonos ahora a la figura 6, aquí se representa conceptualmente una configuración diferente de un aparato que corresponde en gran medida al aparato 100 de la figura 1. Más concretamente, en la figura 6. se representa conceptualmente una disposición diferente de los componentes en el interior del alojamiento 110 de la figura 1. La figura 5 también ilustra cómo el transportador 108 ha sido sustituido por una rampa 148. El montaje representado en la figura 6 es en gran medida similar al de la figura 2. Por lo tanto, sólo se comentarán las diferencias relevantes entre la Figura 6 y la Figura 2. para evitar repeticiones indebidas

La rampa 148 representada está inclinada de tal forma que la materia 102 se hace caer libremente de la rampa 148 y a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106. La materia puede deslizarse alternativamente por la rampa 148 a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106. La rampa 148 puede incluir opcionalmente un alimentador vibratorio para introducir la materia 102 en la rampa 148.

Como puede verse en la figura 6, la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 se superponen. Por lo tanto, la materia 102 proporcionada a través de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 estará presente en la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 simultáneamente. Gracias a la sobreposición de la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106, puede comprobarse que las mediciones realizadas por el sistema de espectroscopia 120 y el sistema de triangulación láser 124 pueden correlacionarse con la misma pieza de materia 102 en las respectivas zonas de detección. En otras palabras, se puede contrarrestar la correlación errónea de una pieza concreta de la materia 102.

Cuando la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 se superponen total o parcialmente, existe un riesgo evidente de que la luz procedente de la disposición de fuente luminosa 114 alcance la disposición de sensor basado en cámara 128 y perturbe la misma. Del mismo modo, existe un riesgo evidente de que la luz ambiental alcance la disposición de sensores basada en la cámara 128 y perturbe la misma.

Con el fin de reducir las perturbaciones que pueden producirse especialmente cuando la primera zona de detección 104 y la segunda zona de detección 106 se superponen total o parcialmente, el aparato 100 puede emplearse con uno o varios filtros ópticos 150, 152, tal como se representa en la fig. 6.

En la figura 6, un filtro óptico de puño 150 está dispuesto entre la disposición de la fuente de luz 114 y la primera zona de detección 104. Más concretamente, el primer filtro óptico 150 representado en la figura 6 está situado entre el elemento de exploración 136 y la primera zona de detección 104, es decir, en un lugar en el que el primer conjunto de haces luminosos 116 y el segundo conjunto de haces luminosos 118 son explorados por el elemento de exploración 136. Por este motivo, el primer filtro óptico 150 puede tener una forma alargada, por ejemplo rectangular, a lo largo de una dirección de barrido.

El primer filtro óptico 150 puede disponerse ventajosamente en la lente o ventana de salida de la disposición de fuente de luz 114 o de la disposición de enfoque 134.

El primer filtro óptico 150 tiene propiedades ópticas que hacen que el filtro 150 contrarreste la luz procedente del primer conjunto de haces de luz 116 y del segundo conjunto de haces de luz 118 para que no lleguen a la disposición de sensores basada en la cámara 128.

En la práctica, el primer filtro óptico 150 puede bloquear determinadas longitudes de onda de la luz originada por el primer conjunto de haces luminosos 116 y el segundo conjunto de haces luminosos 118, permitiendo al mismo tiempo el paso de otras longitudes de onda. Por lo tanto, el primer filtro óptico 150 puede bloquear la luz originada por el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 que, de otro modo, sería detectada por la disposición de sensores basada en la cámara 128. En la práctica, el primer filtro óptico 150 puede bloquear cualquier luz o una porción importante de luz que tenga una longitud de onda inferior a 900 nm. Por lo tanto, el primer filtro óptico 150 puede permitir el paso de longitudes de onda en los rangos NIR e IR. Las longitudes de onda en los rangos NIR e IR son relevantes para el sistema de espectroscopia 120 sin perturbar la disposición del sensor basado en la cámara 128 o perturbando la disposición del sensor basado en la cámara 128 sólo de forma limitada.

En la figura 6, un segundo filtro óptico 152 está dispuesto entre la segunda zona de detección 106 y la disposición del sensor basado en la cámara 128. El segundo filtro óptico 152 tiene propiedades ópticas que contrarrestan el paso de la luz 122 procedente del primer conjunto de haces de luz 116 y del segundo conjunto de haces de luz 118. Además, el segundo filtro óptico 152 tiene propiedades ópticas que contrarrestan el paso de la luz ambiente. Por lo tanto, una porción importante de la luz ambiente quedará bloqueada por el segundo filtro óptico 152. Además, el segundo filtro óptico 152 tiene propiedades ópticas que permiten el paso de la luz procedente del conducto de luz láser 130. Por lo tanto, el segundo filtro óptico 152 es típicamente un filtro de paso de banda que tiene una banda de paso correspondiente a la longitud de onda del conducto de luz láser 130. Por lo tanto, la disposición del segundo filtro óptico 152 puede contrarrestar la luz no deseada que, de otro modo, correría el riesgo de perturbar la disposición del sensor basado en la cámara 128 de llegar a la misma. Por ejemplo, si se utiliza un láser rojo con una longitud de onda de 622 nm para proporcionar el conducto de luz láser 130, el segundo filtro óptico 152 puede tener ventajosamente una banda de paso estrecha en torno a 622 nm para filtrar eficazmente casi toda la luz que no proceda del conducto de luz láser 130. Por lo tanto, la banda de paso del segundo filtro óptico 152 se adapta ventajosamente para que corresponda a la longitud o longitudes de onda del conducto de luz láser 130. Los filtros de paso de banda pertinentes para el segundo filtro óptico 152 son conocidos por se en la técnica.

La persona con experiencia en la técnica se da cuenta que el presente concepto inventivo no se limita de ninguna manera a las variantes preferidas descritas en lo anterior. Por el contrario, muchas modificaciones y variaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

Por ejemplo, el aparato 100 puede incluir una pluralidad de configuraciones ópticas, cada una de las cuales incluye una disposición de fuente de luz 114, un sistema de espectroscopia 120 y un sistema de triangulación láser 124, como se ha descrito anteriormente.

Las configuraciones ópticas pueden disponerse una al lado de la otra a lo largo de la anchura o de una porción de la anchura del transportador 108 o de la rampa 148. Esto significa en la práctica que la anchura del transportador 108 o rampa 148 puede estar cubierta por una pluralidad de primeras zonas de detección 106 y una pluralidad de segundas zonas de detección 108 del tipo descrito anteriormente.

Las configuraciones ópticas pueden disponerse una tras otra a lo largo del transportador 108 o de la rampa 148. Esto significa en la práctica que una extensión a lo largo del transportador 108 o rampa 148 puede estar cubierta por una pluralidad de primeras zonas de detección 106 y una pluralidad de segundas zonas de detección 108 del tipo descrito anteriormente.

Las configuraciones ópticas pueden disponerse una al lado de la otra y una tras otra. Esto significa en la práctica que una extensión a lo largo y a lo ancho del transportador 108 o de la rampa 148 puede estar cubierta por una pluralidad de primeras zonas de detección 106 y una pluralidad de segundas zonas de detección 108 del tipo descrito anteriormente.

La pluralidad de primeras zonas de detección 106 y segundas zonas de detección 108 pueden, por ejemplo, superponerse parcialmente entre sí en una dirección perpendicular a una dirección de flujo de la materia 102 que

se suministra a través de las primeras zonas de detección 106 y segundas zonas de detección 108.

5 La pluralidad de primeras zonas de detección 106 y de segundas zonas de detección 108 pueden, por ejemplo, superponerse parcialmente entre sí en una dirección a lo largo de una dirección de flujo de la materia 102 que se suministra a través de las primeras zonas de detección 106 y de las segundas zonas de detección 108.

10 La pluralidad de primeras zonas de detección 106 y de segundas zonas de detección 108 pueden, por ejemplo, estar dispuestas una tras otra y al mismo tiempo superponerse parcialmente en una dirección perpendicular a una dirección de flujo de la materia 102 que se suministra a través de las primeras zonas de detección 106 y de las segundas zonas de detección 108.

15 Es posible que la pluralidad de primeras zonas de detección 106 y de segundas zonas de detección 108 no se superpongan físicamente entre sí, sino que cubran diferentes porciones de la anchura del transportador 108 o de la rampa 148.

20 La pluralidad de primeras zonas de detección 106 y de segundas zonas de detección 108 pueden, por ejemplo, estar dispuestas una al lado de la otra y también superponerse parcialmente en una dirección perpendicular a y/o a lo largo de una dirección de flujo de la materia 102 proporcionada a través de las primeras zonas de detección 106 y de las segundas zonas de detección 108.

Preferiblemente, la pluralidad de configuraciones ópticas está dispuesta de tal manera, que las superficies superiores o superiores de la materia con una altura grande o máxima pueden detectarse a través de todo el transportador 108 o rampa 148.

25 Si la pluralidad de segundas zonas de detección 108 se superponen, los sistemas de triangulación láser 124 de cada configuración óptica pueden adaptarse de forma que la pluralidad de segundas zonas de detección 108 no interfieran o sólo interfieran de forma limitada. Esto puede lograrse, por ejemplo, adaptando los colores del conducto de luz láser 130 de cada configuración óptica de forma que cada configuración óptica utilice un color diferente del conducto de luz láser 130. Además, el primer filtro óptico 150 y el segundo filtro óptico de cada configuración óptica pueden adaptarse para adecuarse a la disposición de la fuente de luz 114, al sistema de espectroscopia 120 y al sistema de triangulación láser 124 de cada configuración óptica, reduciendo así aún más las interferencias entre la pluralidad de segundas zonas de detección 108.

35 Si la pluralidad de las primeras zonas de detección 106 se superponen, las disposiciones de la fuente de luz 114 de cada configuración óptica pueden adaptarse de forma que la pluralidad de las primeras zonas de detección 106 no interfieran o sólo interfieran de forma limitada. Esto puede lograrse, por ejemplo, adaptando las disposiciones de la fuente de luz 114 de cada configuración óptica. Por este motivo, las disposiciones de las fuentes de luz 114 de cada configuración óptica pueden estar sincronizadas. Esto significa en la práctica que el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 de cada configuración óptica pueden sincronizarse para contrarrestar las interferencias entre ellos. En otras palabras, el primer conjunto de haces de luz 116 y el segundo conjunto de haces de luz 118 de cada configuración óptica pueden no alcanzar simultáneamente las porciones sobrepuestas de la pluralidad de primeras zonas de detección 106.

45 Además, las variaciones en las variantes descritas pueden ser comprendidas y efectuadas por la persona con experiencia para practicar la invención reclamada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones anexas. En las reivindicaciones, la palabra "que comprende" no excluye otros elementos, y el artículo indefinido "un" o "uno" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que ciertas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda aprovecharse.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para detectar materia (102), el aparato (100) comprende:

5 una disposición de fuente luminosa (114) adaptada para emitir un primer conjunto de haces de luz (116) y un segundo conjunto de haces de luz (118) hacia una primera zona de detección (104) a través de la cual se proporciona la materia (102),
 un sistema de espectroscopia (120) que incluye un espectrómetro, en el que el sistema de espectroscopia (120) está adaptado para recibir y analizar la luz (122) que es reflejada y/o dispersada por la materia (102) en la primera
 10 zona de detección (104), en la que la luz recibida (122) del sistema de espectroscopia (120) procede del primer (116) y segundo conjuntos de haces de luz (118), y
 un sistema de triangulación láser (124) que incluye,

15 una disposición láser (126) adaptada para emitir un conducto de luz láser (130) hacia una segunda zona de detección (106) a través de la cual se proporciona la materia (102), y
 una disposición de sensor basada en cámara (128) configurada para recibir y analizar la luz (132) que es reflejada y/o dispersada por la materia (102) en la segunda zona de detección (106), en la que la luz recibida (132) de la disposición de sensor basada en cámara (128) se origina en el conducto de luz láser (130),

20 en el que el aparato está configurado de tal manera que la luz recibida (122) del sistema de espectroscopia (120) se cruza completamente con la luz recibida (132) de la disposición de sensores basados en cámaras (128) y/o el conducto de luz láser (130), **caracterizado en que** el aparato está configurado de tal manera que la materia (102) se suministra a través de la primera zona de detección (104) o de la segunda zona de detección (106) primero y posteriormente a través de la otra de la primera zona de detección (104) y de la segunda zona de detección (106).

25 2. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el aparato (100) comprende además una disposición de enfoque (134),

30 en el que la disposición de enfoque (134) está adaptada para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz (116) y el segundo conjunto de haces de luz (118) sobre un elemento de exploración (136),
 en el que el elemento de exploración (136) está adaptado para redirigir el primer y el segundo conjunto de haces de luz (116, 118) hacia la primera zona de detección (104), por lo que el primer y el segundo conjunto de haces de luz (116, 118) convergen en la primera zona de detección (104).

35 3. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la disposición de la fuente de luz (114) incluye una primera fuente de luz (138) adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz (116) y una segunda fuente de luz (140) adaptada para emitir el segundo conjunto de haces de luz (118).

40 4. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la disposición de enfoque (134) incluye un primer elemento de enfoque (142) adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz (116) sobre el elemento de exploración (136) y un segundo elemento de enfoque (144) adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz (118) sobre el elemento de exploración (136).

45 5. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la disposición de la fuente de luz (134) incluye una única fuente de luz (146) adaptada para emitir el primer conjunto de haces de luz (116) y el segundo conjunto de haces de luz (118).

50 6. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 5 cuando depende de la reivindicación 2, en el que la disposición de enfoque (134) incluye un primer elemento de enfoque (142) adaptado para dirigir y enfocar el primer conjunto de haces de luz (116) sobre el elemento de exploración (136) y un segundo elemento de enfoque (144) adaptado para dirigir y enfocar el segundo conjunto de haces de luz (118) sobre el elemento de exploración (136).

55 7. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de espectroscopia (120) incluye un primer sistema espectrómetro (120) adaptado para analizar la luz de un primer intervalo de longitudes de onda y un segundo sistema espectrómetro (120) adaptado para analizar la luz de un segundo intervalo de longitudes de onda.

60 8. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de espectroscopia (120) es un sistema de espectroscopia de barrido (120).

9. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera zona de detección (104) y la segunda zona de detección (106) se superponen.

65 10. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (100) incluye además un primer filtro óptico (150) dispuesto entre la disposición de la fuente de luz (114) y la primera zona de detección (104), el primer filtro óptico (150) contrarresta la luz originada por el primer conjunto de haces de luz

(116) y el segundo conjunto de haces de luz (118) para que no alcancen la disposición del sensor basado en la cámara (128).

5 11. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato (100) incluye además un segundo filtro óptico (152) dispuesto entre la segunda zona de detección (106) y la disposición del sensor basado en la cámara (128), el segundo filtro óptico (152) contrarresta el paso de la luz (122) originada por el primer conjunto de haces de luz (116), el segundo conjunto de haces de luz (118) y la luz ambiente, al tiempo que permite el paso de la luz originada por el conducto de luz láser (130).

10 12. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el aparato (100) comprende además una unidad de procesamiento (113) acoplada al sistema de espectroscopia (120) y a la disposición de sensores basados en cámara (128),

15 en la que la unidad de procesamiento (113) está configurada para determinar un primer conjunto de propiedades pertenecientes a la materia (102) en la primera zona de detección (106) basándose en una señal de salida (S1) del sistema de espectroscopia (120), y
 en la que la unidad de procesamiento (113) está configurada para determinar un segundo conjunto de propiedades pertenecientes a la materia (102) en la segunda zona de detección (108) basándose en una señal de salida (S2) de la disposición de sensores basada en la cámara (128).

20 13. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el primer conjunto de propiedades es indicativo de al menos una de una respuesta espectral de la materia (102), un tipo de material de la materia (102), un color de la materia (102), una fluorescencia de la materia (102), una madurez de la materia (102), un contenido de materia seca de la materia (102), un contenido de agua de la materia (102), un contenido de grasa de la materia (102), un contenido de aceite de la materia (102), un valor calorífico de la materia (102), una presencia de espinas o espinas de pescado de la materia (102), una presencia de plagas de la materia (102), un tipo de mineral de la materia (102), un tipo de mena de la materia (102), un nivel de defectos de la materia (102), una detección de materiales biológicos peligrosos de la materia (102), una presencia de materia (102), una no presencia de materia (102), una detección de materiales multicapa de la materia (102), una detección de marcadores fluorescentes de la materia (102), un grado de calidad de la materia (102), una estructura física de la superficie de la materia (102) y una estructura molecular de la materia (102).

35 14. El aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en el que el segundo conjunto de propiedades es indicativo de al menos una de una altura de la materia (102), un perfil de altura de la materia (102), un mapa 3D de la materia (102), un perfil de intensidad de la luz reflejada y/o dispersa (132), un centro de volumen de la materia (102), un centro de masa estimado de la materia (102), un peso estimado de la materia (102), un material estimado de la materia (102), una presencia de materia (102), una no presencia de materia (102), una detección de la dispersión isotrópica y anisotrópica de la luz de la materia (102), una estructura y calidad de la madera, una rugosidad y textura de la superficie de la materia (102) y una indicación de la presencia de fluidos en la materia (102).

40 15. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-14, en el que la unidad de procesamiento (113) está configurada además para recibir una entrada indicativa de un ángulo de visión de la disposición de sensores basada en cámara (128) con respecto a la segunda zona de detección (106), y para compensar el ángulo de visión de la disposición de sensores basada en cámara (128) al determinar el segundo conjunto de propiedades.

45 16. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 12-15, comprendiendo además el aparato (100) una disposición de eyección (112) acoplada a la unidad de procesamiento (113), en la que la disposición de eyección (112) está adaptada para eyectar y clasificar la materia (102) en una pluralidad de fracciones en respuesta a la recepción de una señal procedente de la unidad de procesamiento (113) basada en el primer conjunto de propiedades determinado y/o el segundo conjunto de propiedades determinado, la disposición de expulsión (112) está adaptada para expulsar y clasificar dicha materia (102) por medio de al menos uno de un chorro de aire comprimido, un chorro de agua a presión, un dedo mecánico, una barra de chorros de aire comprimido, una barra de chorros de agua a presión, una barra de dedos mecánicos, un brazo robótico y un desviador mecánico.

55 17. El aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el aparato (100) comprende además,

60 un transportador (108) para transportar materia a través de la primera zona de detección (104) y la segunda zona de detección (106), o bien una rampa (148), que incluye opcionalmente un alimentador de vibración, para el deslizamiento o la caída libre de la materia a través de la primera zona de detección y/o la segunda zona de detección.

DIBUJOS

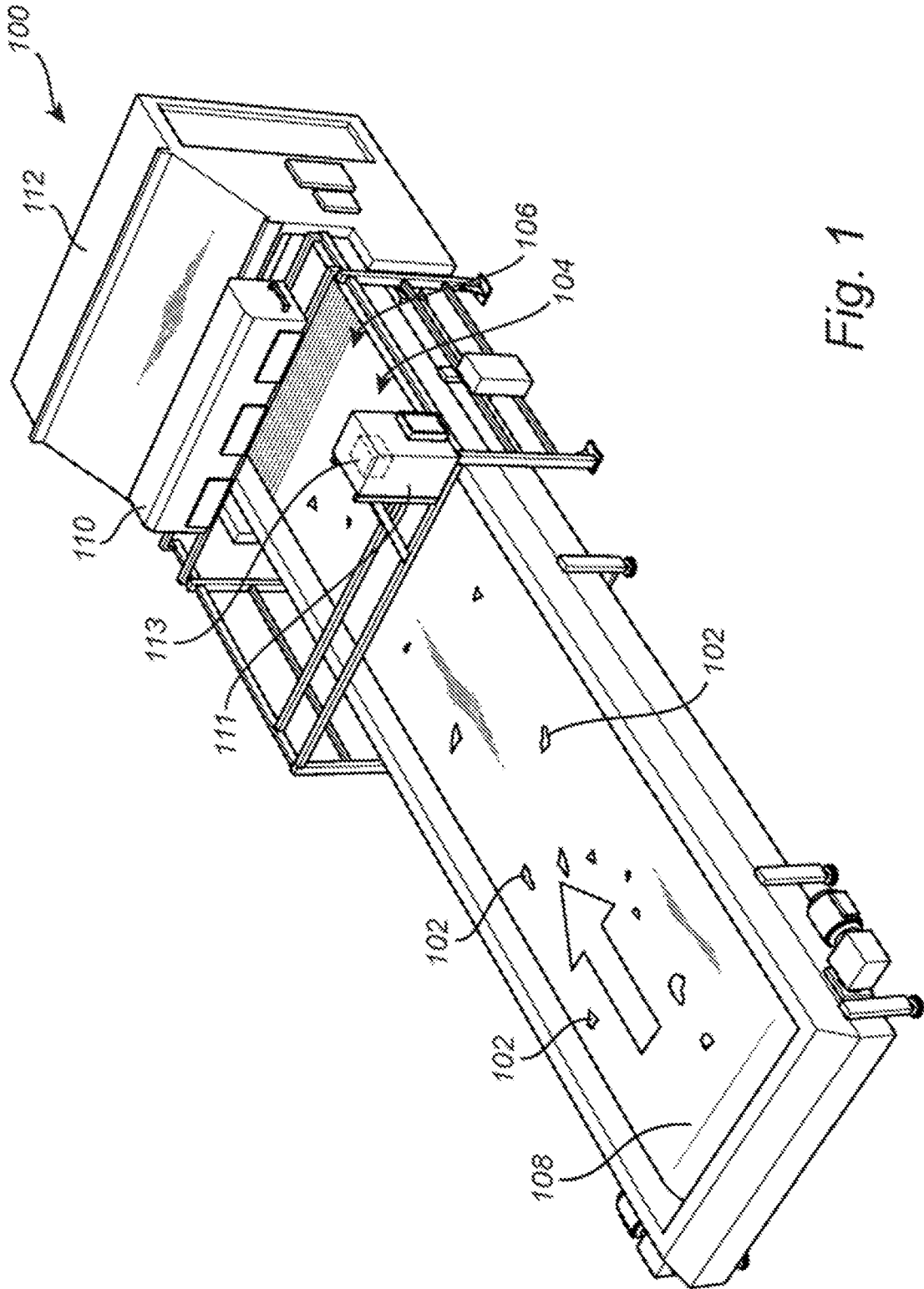


Fig. 1

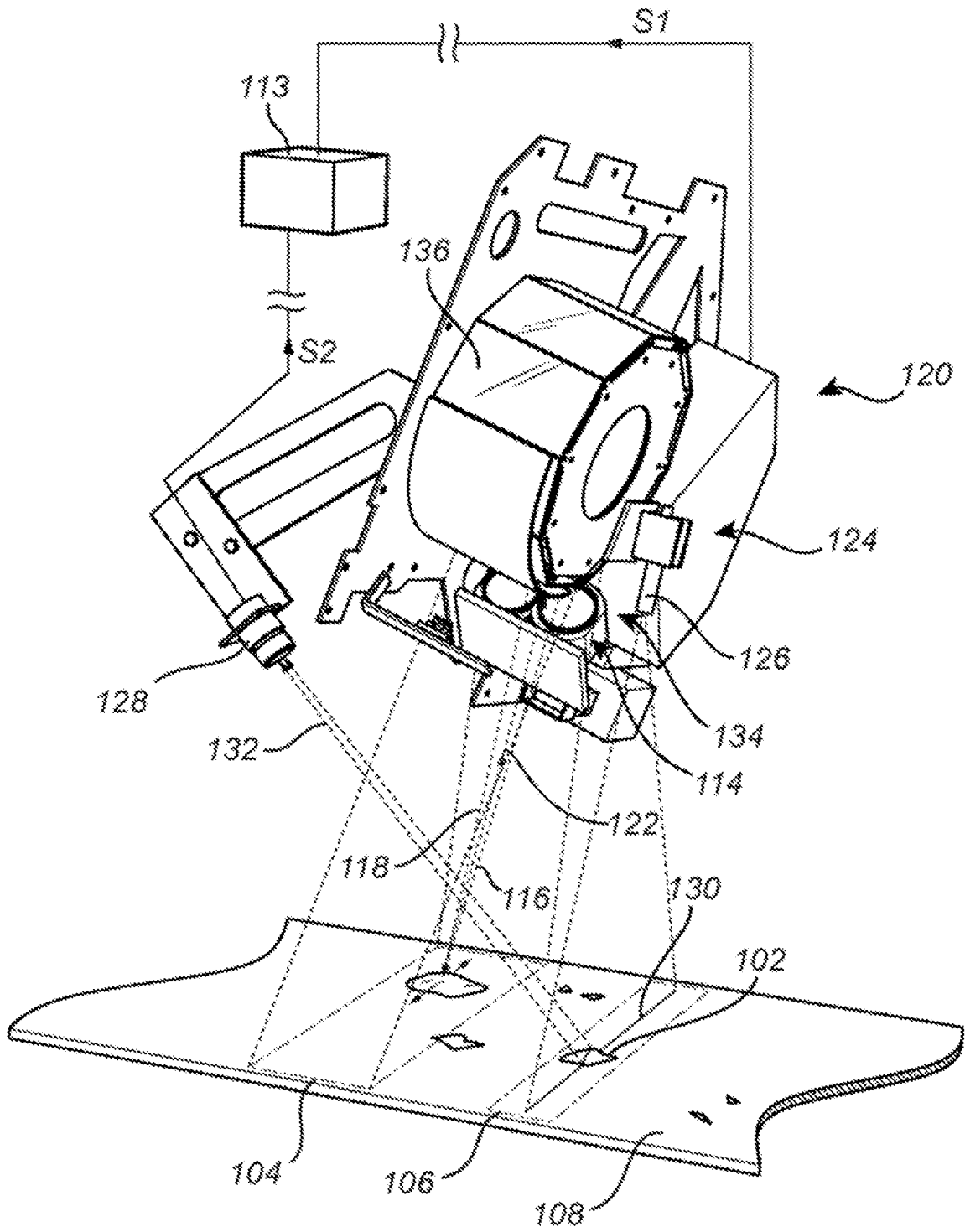


Fig. 2

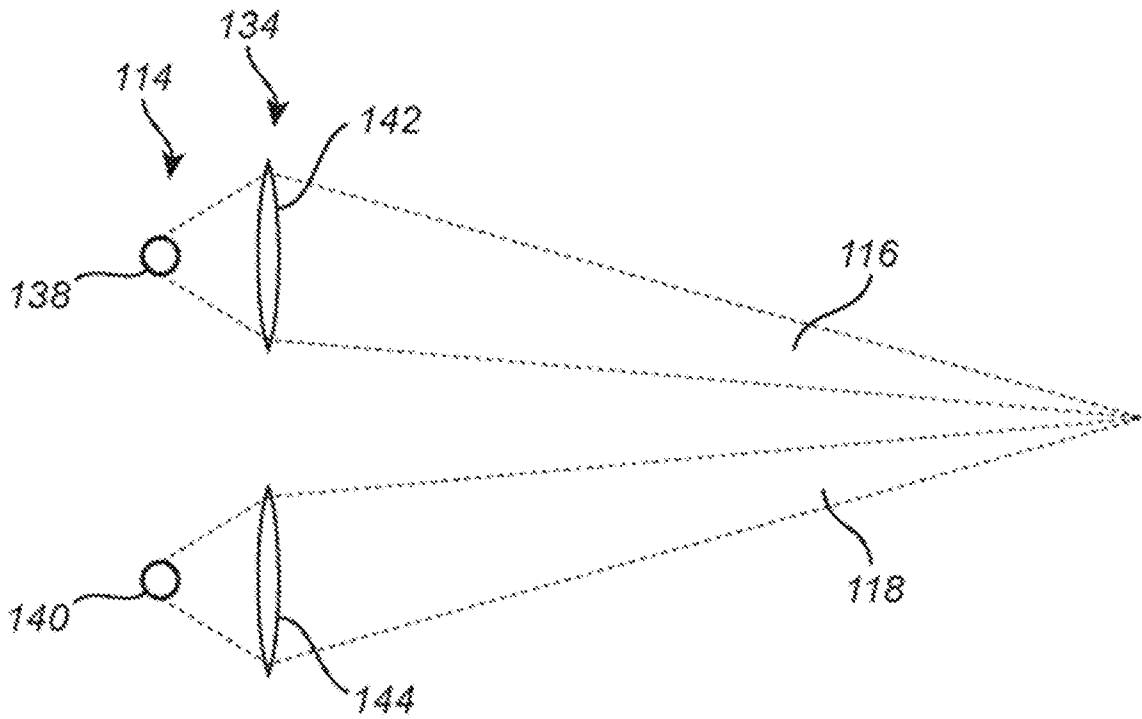


Fig. 3

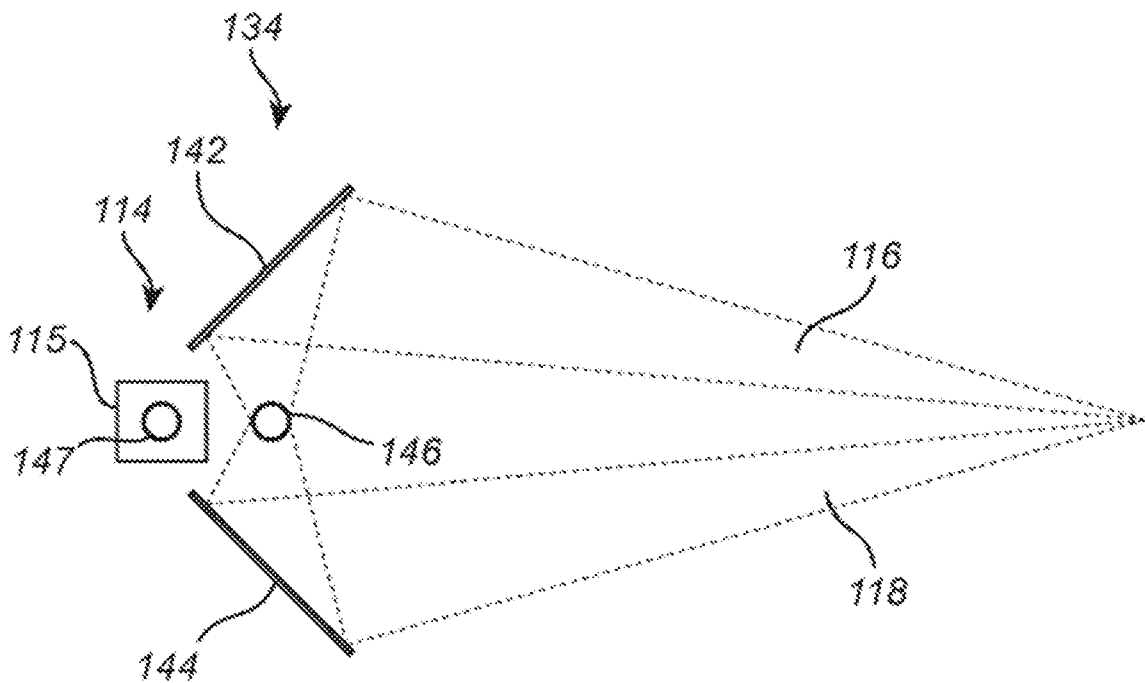


Fig. 4

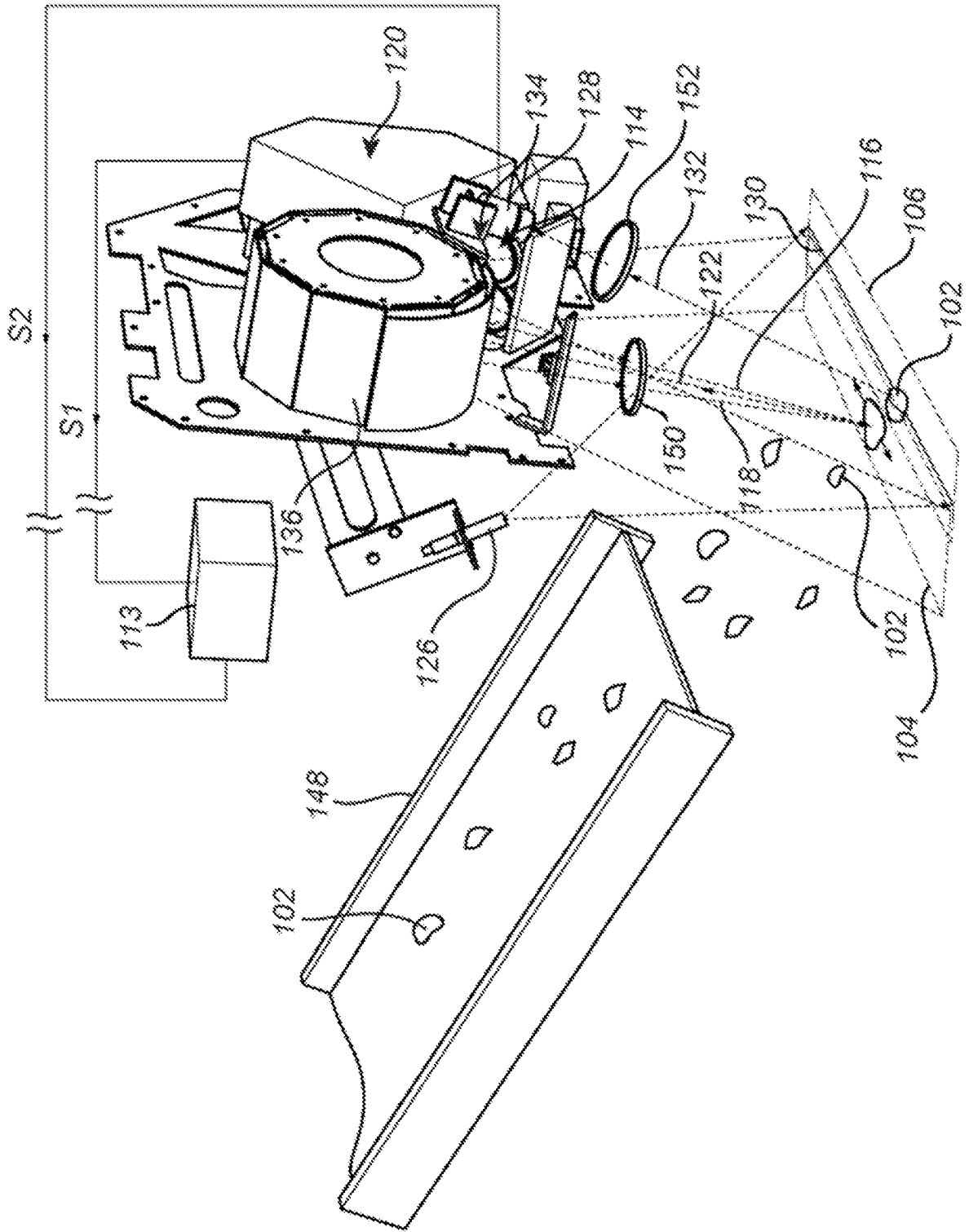


Fig. 6