

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 563**

51 Int. Cl.:

G01N 21/85 (2006.01)

B07C 5/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2014 PCT/EP2014/073577**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015 WO15063299**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2014 E 14793109 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2022 EP 3063531**

54 Título: **Método y aparato para detectar materia**

30 Prioridad:

01.11.2013 EP 13191270

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

09.05.2023

73 Titular/es:

**TOMRA SORTING NV (100.0%)
Research Park Haasrode 1622, Romeinse straat, 20
3001 Leuven, BE**

72 Inventor/es:

**BALTHASAR, DIRK;
HARTMANN, TOBIAS;
MCGLOUGHLIN, JOHN y
REID, DOUGLAS ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 940 563 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para detectar materia

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un aparato, un sistema y un método para evaluación no destructiva. Más específicamente, la invención se refiere a sistemas ópticos, dispositivos y métodos para detectar materia y para determinar uno o más parámetros de un objeto. La invención es particularmente útil para determinar propiedades de uno o más objetos translúcidos.

Antecedentes de la invención

15 Existen varias técnicas para determinar la calidad de frutas y verduras cosechadas. En la industria agrícola, es de interés clasificar los productos con base en parámetros internos tal como contenido de azúcar, acidez, madurez, pudrición y daño, y características externas tal como tamaño, geometría y color, y realizar ciertas operaciones de clasificación con base en estos parámetros y características.

20 El uso de espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) y espectroscopía de luz visible (VIS) para determinar diversas propiedades de frutas y verduras cosechadas es bien conocido. La radiación NIR se define comúnmente como el rango del espectro electromagnético entre 780 y 2500 nm, en tanto que el espectro entre 400 nm y 780 nm se conoce como radiación VIS. En la espectroscopía NIR o VIS, el objeto sometido a análisis se irradia y se mide la radiación reflejada o transmitida. Los cambios en la luz reflejada se analizan para determinar diversas características de la superficie del objeto. La luz transmitida, es decir, la radiación que penetra en el objeto, se somete a dispersión y/o absorción que afecta a su longitud de onda. Estos cambios dependen de las propiedades de dispersión de la luz del objeto, así como de su composición química.

30 El estado de la técnica incluye JP 2010 210355 A, que describe un método y un aparato para realizar una medición no destructiva de una concentración de un componente objetivo. En el método, un artículo alimenticio que se va a medir, tal como un vegetal, fruta, carne, se irradia con una luz de longitud de onda en el rango de 400 a 2500 nm. Se obtiene un espectro de absorbancia al detectar la luz transmitida y/o la luz reflejada, y la concentración de un componente objetivo de un objeto de medición se determina al usar una curva de calibración a partir de la absorbancia de todas las longitudes de onda de medición o una longitud de onda específica.

35 El estado de la técnica también incluye CN 2733343 Y, que describe un equipo analítico integral no destructivo interno para productos agrícolas tal como frutas y verduras, que comprende un sistema de fuente de luz, un filtro y un sistema de formación de imágenes. El equipo puede iluminar diferentes productos agrícolas en diferentes ángulos, y las muestras que impregnan la luz pueden ingresar a un espectrómetro (la fuente de luz es cromática) o un detector (la fuente de luz es monocromática) tanto como sea posible a través de la función de formación de imágenes de lente para utilizar espectroscopia de infrarrojo cercana-luz visible para analizar la calidad de los productos agrícolas.

40 En los sistemas y métodos conocidos anteriores, los objetos se irradian y analizan uno por uno, lo que requiere que cada objeto se coloque dentro del detector manualmente o en una cinta transportadora que tenga receptáculos designados para cada objeto. Por lo tanto, es deseable incrementar el rendimiento de los objetos en los dispositivos mencionados anteriormente.

50 El estado de la técnica también incluye JP 2008 0184419 A, que divulga un selector óptico de granos agrietados que selecciona granos agrietados en una pluralidad de granos de arroz. El selector de granos agrietados adquiere una primera imagen y una segunda imagen de granos de arroz que viajan a través de una región de detección. Las imágenes respectivas adquiridas de los granos de arroz se basan en diferentes colores de luz que han pasado a través de los granos de arroz. Los granos de arroz agrietados se detectan con base en una diferencia en la cantidad de luz de la primera imagen y la segunda imagen.

55 El estado de la técnica también incluye US 2011/0228116 A1, que divulga un sistema de formación de imágenes espectrales para recopilar información espectral de objetos heterogéneos bidimensionales en tanto que están en movimiento con respecto a un sistema de formación de imágenes sin el uso de un espectrógrafo, filtros o cualquier óptica dispersiva. El sistema incluye una fuente de luz pulsada sintonizable en longitud de onda para producir pulsos cortos de luz sintonizada en longitud de onda en una pluralidad de longitudes de onda de banda estrecha seleccionadas dentro de un rango espectral. El sistema también incluye una cámara sincronizada con la fuente de luz pulsada sintonizable. La cámara está adaptada para detectar luz en las longitudes de onda de banda estrecha seleccionadas producidas por la fuente de luz pulsada sintonizable y reflejadas desde o transmitidas a través del objetivo bidimensional en movimiento con respecto al sistema de formación de imágenes y para proporcionar información de cuadros de imágenes con cada cuadro en una banda de longitud de onda definida. Un procesador procesa información de la fuente de luz sintonizable y la cámara para producir imágenes multiespectrales del objetivo.

65

Breve descripción de la invención

La invención se establece y caracteriza en las reivindicaciones principales, en tanto que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención.

5 Por lo tanto, se proporciona un aparato para detectar materia, que comprende:

- medio de alimentación a granel configurado para alimentar una pluralidad de objetos en una región de detección;
 - al menos una fuente de luz que tiene cada una un elemento de enfoque y que se configura para enviar luz en una primera dirección respectiva para iluminar al menos un objeto que se mueve en un plano de objeto en la región de detección, donde la por lo menos una fuente de luz es una fuente de luz pulsada, dispuesta para enviar luz pulsada a la región de detección;

10 - un primer aparato de análisis de luz dispuesto para detectar la luz que se ha emitido desde la por lo menos una fuente de luz y transmitida a través del objeto, y para identificar una cantidad de luz que se ha recibido desde al menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto,

15 - medio para determinar un parámetro de los objetos con base en la cantidad identificada de luz recibida de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto donde el primer aparato de análisis de luz está dispuesto para detectar luz que tiene una dirección dentro del campo de visión del primer aparato de análisis de luz (4), donde la primera dirección respectiva es diferente de las direcciones dentro del campo de visión del primer aparato de análisis de luz, caracterizado porque;

20 el primer aparato de análisis de luz está dispuesto además para discriminar entre la luz ambiental y la luz recibida de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto,

- medio para apagar la por lo menos una fuente de luz durante un período de tiempo tal que el aparato de análisis de luz mide solo la luz ambiental, y

25 - un dispositivo de procesamiento dispuesto para restar la luz ambiental medida de la cantidad de luz identificada que se ha recibido de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto.

30 En otras palabras, cuando no hay ningún objeto en la región de detección, la luz emitida o enviada por la por lo menos una fuente de luz generalmente no se detectará por el primer aparato de análisis de luz. En otras palabras, cuando no hay ningún objeto en la región de detección, la luz emitida o enviada por la por lo menos una fuente de luz se enviará fuera del campo de visión del primer aparato de análisis de luz. En más detalle, generalmente ninguna o no más de una porción menor de la luz enviada desde la por lo menos una fuente de luz se detectará por el primer aparato de análisis de luz debido, por ejemplo, a la dispersión en la atmósfera ambiental o superficie(s), cuando no hay ningún objeto presente en la región de detección. De acuerdo con un ejemplo, como máximo el 10 % o como máximo el 5 % o como máximo el 1 % o como máximo el 0,5 % o como máximo el 0,1 % o como máximo el 0,05 % de la luz enviada desde la por lo menos una fuente de luz, cuando no hay ningún objeto presente en la región de detección, se identifica por el primer aparato de análisis de luz.

40 De acuerdo con un ejemplo, cuando un objeto está presente en la región de detección e irradiado por la por lo menos una fuente de luz, la luz de la por lo menos una fuente de luz se transmite de manera difusa a través de o se refracta por el objeto antes de que alcance el sensor del aparato de análisis de luz. En más detalle, más del 75% o más del 90% de esta luz de la por lo menos una fuente de luz que alcanza el sensor del primer aparato de análisis de luz, se ha transmitido de manera difusa a través de o refractado por el objeto antes de que alcance el sensor del aparato de análisis de luz.

45 Como se indicó anteriormente, el primer aparato de análisis de luz está dispuesto para identificar la luz que se ha recibido de la por lo menos una fuente de luz; en otras palabras, el primer aparato de análisis de luz está dispuesto para discriminar entre la luz ambiental y la luz que se recibe de la por lo menos una fuente de luz. En otras palabras, la cantidad de luz que se recibe del primer aparato de análisis de luz es claramente mayor que el nivel de ruido, que está presente cuando la por lo menos una fuente de luz está/no apagada.

50 La fuente de luz y el elemento de enfoque tienen un eje óptico resultante dirigido en una primera dirección. La primera dirección que está fuera del campo de visión del primer aparato de análisis de luz, en otras palabras, la luz no refractada emitida a lo largo del primer eje óptico, está fuera del campo del primer aparato de análisis de luz y no se detectará por el primer aparato de análisis de luz.

55 En una realización, la por lo menos una fuente de luz está dispuesta para enviar luz incidente hacia la pluralidad de objetos que se están moviendo en el plano de objeto; y donde el primer aparato de análisis de luz está dispuesto de tal manera que un plano de medición para la luz transmitida y la luz incidente no están en el mismo plano.

60 En una realización, el medio de alimentación a granel se configura para alimentar objetos en la región de detección de una manera aleatoria.

65 La por lo menos una fuente de luz se dispone en una realización en el primer foco de un reflector en forma de elipsoide truncado, y el reflector se dispone de manera que el segundo foco del reflector en forma de elipsoide truncado coincide con el plano de objeto.

En palabras, la luz emitida desde la por lo menos una fuente de luz convergerá primero a un foco, después de lo cual divergirá. El aparato de análisis de luz está dispuesto ventajosamente de modo que la luz divergente no alcance su sensor.

5 La por lo menos una fuente de luz puede comprender uno o más diodos emisores de luz (led), y puede comprender además al menos una lente, capaz de enfocar la luz en el plano de objeto.

10 En una realización, la fuente de luz y el primer aparato de análisis de luz se disponen en lados opuestos del plano de objeto. En una realización, una primera fuente de luz se dispone simétricamente con una segunda fuente de luz alrededor de un eje central.

15 En una realización, un segundo aparato de análisis de luz se dispone en el lado opuesto del plano de objeto con respecto al primer aparato de análisis de luz y se configura para recibir luz reflejada del objeto que resulta de la luz enviada desde la primera y segunda fuentes de luz respectivas.

En una realización, al menos una tercera fuente de luz está dispuesta en el mismo lado del plano de objeto que el primer aparato de análisis de luz y configurada para irradiar el objeto con luz que se refleja en el primer aparato de análisis de luz.

20 El aparato de análisis de luz puede comprender un sistema de espectroscopía o un sistema de cámara hiperespectral.

25 La por lo menos una fuente de luz es una fuente de luz pulsada, dispuesta para enviar luz pulsada a la región de detección. El medio de control de luz puede estar dispuesto y configurado para enviar de manera controlable luz pulsada a la región de detección.

30 El medio de alimentación a granel puede comprender un alimentador de vibración o una cinta transportadora, opcionalmente en combinación con una rampa, por lo que se hace que los objetos caigan a través de la región de detección. El medio de alimentación a granel también comprende una cinta transportadora translúcida que se extiende hacia la región de detección y se dispone para soportar al menos parcialmente el objeto en la región de detección.

En una realización, la cinta transportadora comprende una cinta transportadora de malla de alambre, o dos cintas transportadoras que están separadas por un espacio intermedio.

35 También se proporciona un sistema para clasificar objetos, donde el aparato inventado se combina con un dispositivo de expulsión configurado para expulsar de manera controlable y selectiva el objeto del sistema con base en las propiedades de la luz recibida por el primer aparato de análisis de luz.

También se proporciona un método para determinar un parámetro de al menos un objeto, que comprende los pasos de

- 40 i) proporcionar un aparato de análisis de luz que tiene un campo de visión;
 ii) hacer que el objeto se mueva en un plano en una región de detección;
 iii) iluminar el objeto con luz incidente al enviar luz pulsante hacia la región de detección, la luz incidente que tiene una primera dirección, luz que se emite desde al menos una fuente de luz, donde la primera dirección de la luz incidente es diferente de las direcciones del campo de visión del primer aparato de análisis de luz;
 45 iv) detectar e identificar la luz que se origina a partir de la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto, la luz que tiene una segunda dirección diferente de la primera dirección, y detectar luz ambiental durante los intervalos de tiempo en los que no hay luz enviada hacia la región de detección;
 v) discriminar la luz detectada e identificada de la luz ambiental al apagar la por lo menos una fuente de luz durante un período de tiempo tal que el aparato de análisis de luz mide solo la luz ambiental, y restar la luz ambiental medida de la luz identificada que se origina en la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto;
 50 vi) determinar un parámetro específico de objeto con base en la luz detectada e identificada que se origina a partir de la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto.

55 En una realización, el plano de medición para la luz transmitida y la luz incidente no están en el mismo plano. El movimiento en el paso ii) puede comprender caída libre o se puede efectuar mediante una cinta transportadora.

El paso de iluminación comprende enviar luz pulsante hacia la región de detección; y el paso de detección comprende detectar luz ambiental durante intervalos de tiempo donde no hay luz enviada hacia la región de detección.

60 El parámetro específico del objeto puede comprender uno o más de los parámetros en una lista que comprende: contenido de azúcar, acidez, madurez, pudrición, daño mecánico, presencia de materia extraña, presencia de hueso.

En una realización, el objeto se clasifica con base en el parámetro específico del objeto determinado en el paso vi).

65 La invención no se limita a espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR) o espectroscopía de luz visible (VIS), sino que generalmente se puede usar con cualquier método de espectroscopía, que también incluye, pero no se limita

necesariamente a, espectroscopía ultravioleta (UV) y espectroscopía de infrarrojo medio (MIR).

Además, lo que se ha indicado anteriormente en relación con el aparato, normalmente también se puede aplicar al método.

5 Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características de la invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción de una forma preferencial de variante, dada como un ejemplo no restrictivo, con referencia a las figuras esquemáticas anexas, donde:

10 Las figuras 1a y 1b son una vista lateral y una vista superior, respectivamente, de una primera variante del sistema de acuerdo con el sistema inventivo;

La figura 2 es una vista lateral de una segunda variante del sistema de acuerdo con el concepto de la invención;

15 La figura 3 es una vista lateral de una tercera variante del sistema de acuerdo con el concepto inventivo;

La figura 4 es una vista lateral de una cuarta variante del sistema de acuerdo con el concepto inventivo;

20 La figura 5 es una vista lateral de una quinta variante del sistema de acuerdo con el concepto de la invención;

La figura 6 es una vista lateral que ilustra otra variante del concepto de la invención.

La figura 7 muestra una disposición en la que se pulsa la luz del alojamiento de lámpara.

25 Descripción detallada de variantes preferentes

La siguiente descripción usará términos tal como "horizontal", "vertical", "lateral", "hacia adelante y hacia atrás", "arriba y abajo", "superior", "inferior", "interior", "exterior", "hacia adelante", "posterior", etc. Estos términos generalmente se refieren a las vistas y orientaciones como se muestra en los dibujos y que están asociadas con un uso normal del concepto de la invención. Los términos se utilizan únicamente para la conveniencia del lector y no deben ser limitantes.

30 Las figuras 1a y 1b son una representación esquemática del sistema de acuerdo con el concepto inventivo. Un sistema de iluminación 8 transmite luz L hacia un sistema de espectroscopía 4. Un transportador 3 alimenta una pluralidad de objetos 2 (por ejemplo, frutas o verduras cosechadas) en la dirección indicada por la flecha M de tal manera que los objetos 2 posteriormente se caen y (en una trayectoria generalmente parabólica) más allá de una región iluminada definida entre el sistema de iluminación y el sistema de espectroscopía. La letra de referencia S denota una línea de escaneo, las letras de referencia P-P indican un plano de objeto, y las letras de referencia SR indican el rango de escaneo. Por lo tanto, los objetos 2 se iluminan desde atrás a medida que caen en el plano de objeto en la región de detección D, y la luz transmitida se detecta y analiza mediante el sistema de espectroscopía 4.

40 El sistema de iluminación puede comprender una o más fuentes de luz y dispositivos auxiliares (por ejemplo, reflectores, lentes) capaces de enfocar la luz en el plano de objeto P-P. Por lo tanto, las fuentes de luz adecuadas pueden incluir láseres de supercontinuo, fuentes de luz de banda ancha tal como bombillas halógenas, o uno o más diodos emisores de luz (led), en combinación con lentes adecuadas u otros elementos de enfoque. Un ejemplo de este elemento de enfoque se divulga en EP 0 772 498 B1, que describe un sistema de inspección óptica que tiene lentes para dirigir luz desde unidades de fuente, tal como led, sobre los productos que pasan a través de una región de inspección. Una fuente de luz puede ser, por ejemplo, un solo led de banda ancha, o una matriz de múltiples led, cada uno que tiene diferentes anchos de banda espectrales.

50 El sistema de espectroscopía 4 comprende en la variante ilustrada un espejo giratorio 6 y un sensor 7. Esta configuración produce un único espectro para cada punto en la línea de escaneo S. Se debe entender que el sensor puede comprender, por ejemplo, un espectrómetro o un sistema de cámara hiperespectral. El sistema de espectroscopia también puede utilizar sistemas de espectrómetro muy sensibles que tienen, por ejemplo, fotodiodos de avalancha (APD) o tubos fotomultiplicadores (PMT), que se conocen en la técnica.

55 La figura 2 es una representación esquemática de una segunda variante del sistema de acuerdo con la divulgación. El número de referencia 3 indica un dispositivo de alimentación a granel, tal como una cinta transportadora o un alimentador de vibración y una rampa; cuya función es alimentar una pluralidad de objetos de tal manera que caen en la región de detección D. Por claridad de la ilustración, solo se ilustra un objeto en la figura 2. Sin embargo, se debe entender que varios objetos pueden caer en la región de detección D simultáneamente, similar a la situación mostrada en las figuras 1a,b. La figura 2 ilustra una situación en la que un objeto 2 (por ejemplo, una fruta o una verdura) se ha caído del dispositivo de alimentación 3 y está cayendo en la región de detección D como se indica mediante la flecha G.

60 Una fuente de luz 10 está dispuesta para enviar un haz de luz incidente I1 hacia el objeto 2 que está cayendo en el plano de objeto P-P. La línea T indica la luz transmitida que está cayendo en el plano de medición (visto a lo largo del plano), es decir, la luz transmitida T que se detecta por el sistema de espectroscopía 4. En otras palabras, una porción del haz

de luz incidente I1 se transmite a través del objeto y posteriormente se detecta/identifica mediante el sistema de espectroscopía 4, esta porción se denomina luz transmitida y detectada. Como se puede ver en la figura 2, la dirección de la luz incidente I1 es diferente de la dirección de la luz transmitida y detectada TD1. En más detalle, la dirección de la luz incidente puede ser igual a la dirección del eje central de la luz incidente; y la dirección de la luz transmitida y detectada puede ser igual al eje central de la luz transmitida y detectada.

5
10
15
Cuando no hay ningún objeto en la región de detección, la luz emitida o enviada por la fuente de luz 10 no se detectará por el sistema de espectroscopía 4, ya que la luz emitida por la fuente de luz 10 se enviará fuera del campo de visión del sistema de espectroscopía 4. En más detalle, generalmente ninguna o no más de una porción menor de la luz enviada desde la fuente de luz se detectará por el sistema de espectroscopía 4 debido, por ejemplo, a la dispersión en la atmósfera ambiental, cuando no hay ningún objeto presente en la región de detección. De acuerdo con un ejemplo, como máximo el 10 % o como máximo el 5 % o como máximo el 1 % o como máximo el 0,5 % o como máximo el 0,1 % o como máximo el 0,05 % de la luz enviada desde la fuente de luz 10, cuando no hay ningún objeto presente en la región de detección, se identifica por el sistema de espectroscopía 4.

20
25
Cuando un objeto está presente en la región de detección e irradiado por la fuente de luz 10, la luz de la fuente de luz se transmite de manera difusa a través de o se refracta por el objeto antes de que alcance el sistema de espectroscopía de sensor 4. En más detalle, más del 75% o más del 90% de esta luz de la fuente de luz que alcanza el sensor del sistema de espectroscopía 4, se ha transmitido de manera difusa a través de o refractado por el objeto antes de que alcance el sensor del aparato de análisis de luz.

30
35
De acuerdo con un ejemplo, la fuente de luz 10 y el elemento de enfoque 12 tienen un eje óptico (OA) resultante dirigido en una primera dirección. La primera dirección que está fuera del campo de visión del sistema de espectroscopía 4, en otras palabras, la luz no refractada emitida a lo largo del primer eje óptico, está fuera del campo del sistema de espectroscopía 4 y no se detectará por el sistema de espectroscopía 4.

40
45
En el sistema de espectroscopía, la luz transmitida y detectada se está analizando para determinar las propiedades internas del objeto. Si estas propiedades internas están fuera de tolerancias predeterminadas, por ejemplo, si el objeto tiene regiones internas que están podridas o dañadas, se envía una señal de comando (líneas de control no mostradas) a un dispositivo de expulsión 9 (que está dispuesto corriente abajo de la región de detección D) que retira el objeto del sistema. El dispositivo de expulsión 9, que es opcional, puede ser cualquier dispositivo de expulsión o extracción mecánica conocido, tal como una aleta, dedos mecánicos, boquillas de aire, etc.

50
55
La fuente de luz 10 y el sistema de espectroscopía 4 están dispuestos de modo que la luz incidente I1 y el plano de medición T no estén alineados. La región DB, en el otro lado del objeto 2 con respecto al sistema de espectroscopía 4, está vacía o comprende un elemento de referencia 61 oscuro opcional. Este elemento de referencia asegura que el sistema de espectroscopía no se ciega siempre y cuando no haya objetos en la región de detección.

60
65
Con el fin de optimizar la intensidad de luz en el plano del objeto, la fuente de luz 10 comprende en la variante ilustrada una fuente de luz de banda ancha, tal como una bombilla halógena, dispuesta dentro de un reflector 12 como se muestra en la figura 2. Por lo tanto, con referencia a las figuras 1a, b, el sistema de iluminación 8 comprende en la variante ilustrada en la figura 2 la fuente de luz 10 y el reflector 12 en un alojamiento de lámpara 42. El reflector 12 tiene la forma de un elipsoide truncado (paralelo truncado con eje menor elipsoide), y la fuente de luz 10 está dispuesta en el primer foco f_1 del elipsoide truncado. Como cada haz de luz emitido desde el primer foco f_1 del elipsoide truncado se refleja por el reflector para converger en el segundo foco f_1 , el sistema se diseña de tal manera que el plano de objeto P-P interseca el segundo foco f_1 . Esto asegura que el objeto 2 se irradia con luz concentrada cuando cae a través de la región de detección D. En otras palabras, la luz emitida desde la fuente de luz 10 convergerá primero a un foco f_1 , después de lo cual divergirá. El aparato de análisis de luz está dispuesto normalmente de modo que la luz divergente no alcance su sensor.

Se debe entender que aunque la figura 2 muestra el objeto 2 que cae verticalmente, a lo largo del plano de objeto P-P, esto no es un requisito para el concepto inventivo. Es suficiente que el objeto se cruce con el segundo foco f_1 y el plano de objeto en la región de detección D; es decir, el objeto puede tener una trayectoria no vertical.

55
60
65
La figura 3 es una representación esquemática de una tercera variante del sistema. En lo siguiente, solo se analizarán aspectos que difieren de aquellos descritos anteriormente con referencia a la figura 2. En esta tercera variante, una segunda fuente de luz 20 y un segundo reflector en forma de elipsoide truncado correspondiente 22 se disponen de manera similar a la primera fuente de luz 10 y el primer reflector 12 como se describió anteriormente, dentro de un alojamiento de lámpara 42, con la segunda fuente de luz 20 en el primer enfoque del elipsoide truncado f_2 . El segundo reflector 20 y el primer reflector 10 se disponen simétricamente alrededor de un eje central común C, y el segundo reflector 20 se dispone (como el primer reflector 10) de manera que el plano de objeto P-P interseca el segundo foco f_2 del segundo reflector. Por lo tanto, los segundos focos f_1 , f_2 coinciden y se encuentran en el plano de objeto P-P, como se ilustra en la figura 3. Esta variante duplica efectivamente la intensidad de irradiación en el objeto 2, en comparación con la variante ilustrada en la figura 2.

La primera y segunda fuentes de luz 10, 20 envían sus respectivos primer y segundo haces de luz I_1 , I_2 hacia el objeto 2

que está cayendo en el plano de objeto P-P. La luz transmitida que cae en el plano de medición T se detecta por el sistema de espectroscopía 4 como se ha descrito anteriormente. En otras palabras, una porción del haz de luz incidente I_1 y una porción del haz de luz incidente I_2 se transmiten a través del objeto y posteriormente se detectan mediante el sistema de espectroscopía 4, estas porciones se denominan luz transmitida y detectada. Como se puede ver en la figura 3, las direcciones de los haces de luz incidentes I_1 , I_2 son diferentes de la dirección de la luz transmitida y detectada TD_{12} . En más detalle, la dirección de un haz de luz incidente puede ser igual a la dirección del eje central del haz de luz incidente; y la dirección de la luz transmitida y detectada puede ser igual al eje central de la luz transmitida y detectada.

Se dispone un elemento oscuro de referencia 61 entre los reflectores 12, 22, asegurando que el sistema de espectroscopía no se ciega siempre y cuando no haya objetos en la región de detección D. En una variante práctica, los reflectores y sus respectivas fuentes de luz se pueden incorporar en un alojamiento de lámpara individual 42. Por lo tanto, con referencia a las figuras 1a,b, el sistema de iluminación 8 comprende en la variante ilustrada en la figura 2 las fuentes de luz 10, 20, los reflectores 12, 22 y el elemento de referencia 61 en la alojamiento 42.

Las figuras 2 y 3 también muestran un elemento de referencia blanco opcional 43 dispuesto dentro del alojamiento de lámpara 42 pero dentro del rango de escaneo del sistema de espectroscopía 4. El elemento de referencia blanco 43 hace posible calibrar el sistema en tanto que está en operación, lo que podría mejorar la precisión de la medición. El elemento de referencia blanco puede ser, por ejemplo, una pequeña pirámide de bario, colocada de manera que se ilumine por la(s) fuente(s) de luz.

La figura 4 es una representación esquemática de una cuarta variante del sistema. Se ha omitido en esta ilustración el alojamiento lámpara. En lo siguiente, solo se analizarán aspectos que difieren de aquellos descritos anteriormente con referencia a la figura 3.

En esta cuarta variante, el elemento oscuro de referencia (número de referencia 61 en la figura 3) se ha reemplazado por una abertura (o guía de luz) 62 entre los reflectores 12, 22, y un segundo sistema de espectroscopía 5 se dispone colinealmente con el primer sistema de espectroscopía 4. A medida que el primer y segundo haces de luz incidentes I_1 , I_2 se envían hacia el objeto 2, una porción T se transmite y se envía al primer sistema de espectroscopía 4. Sin embargo, una porción de la luz incidente también se refleja (indicada por $R_{1,2}$) hacia el segundo sistema de espectroscopía 5. Por lo tanto, esta configuración permite tanto la espectroscopía de transmisión (en el primer sistema de espectroscopía 4) como la espectroscopía de reflexión (en el segundo sistema de espectroscopía 5).

La cuarta variante también comprende una tercera fuente de luz 30 y un filtro óptico 63 dispuesto para enviar un tercer haz de luz incidente I_3 hacia el objeto 2. El filtro óptico 63 se configura para bloquear la luz de longitudes de onda que de otro modo interferirían con la luz transmitida que cae en el plano de medición T. Por lo tanto, el tercer haz de luz incidente (filtrado) I_3 es reflejado por el objeto 2 y una luz reflejada R_3 se dirige al primer sistema de espectroscopía 4. Esta tercera fuente de luz 30 permite la medición y evaluación de las propiedades superficiales del objeto. Se debe entender que se puede incluir una pluralidad de fuentes de luz similares a la tercera fuente de luz 30, por ejemplo, simétricamente en el otro lado del primer sistema de espectroscopía 4.

La figura 5 es una representación esquemática de una quinta variante del sistema. Esta variante es esencialmente una combinación de la tercera y cuarta variantes. Se ha omitido en esta ilustración el alojamiento lámpara. El elemento de referencia oscuro 61 está dispuesto entre el primer y segundo reflectores 12, 22 como se describió anteriormente con referencia a la figura 3 y la tercera fuente de luz 30 y el filtro óptico 63 están dispuestos como se describió anteriormente con referencia a la figura 4.

La figura 6 muestra una variante en la que el sistema inventado se dispone de manera que el objeto 2 no cae en el plano de objeto (como en las variantes descritas anteriormente), sino que se lleva a través de la región de detección D en una cinta transportadora 3' que se mueve en la dirección B. La cinta transportadora 3', que se alinea con el plano de objeto P-P, es transparente y/o translúcida de manera que se permite que los haces de luz $I_{1,2}$ pasen a través de la cinta y sobre el objeto. La cinta transportadora 3' puede ser, por lo tanto, por ejemplo, una cinta transportadora de malla de alambre, una cinta transportadora translúcida, o dos cintas transportadoras dispuestas con un espacio intermedio. La configuración mostrada en la figura 6 permite que el sistema de la invención se use para analizar y clasificar objetos que no se prestan a caerse, por ejemplo, productos cárnicos.

Ejemplos de estos productos cárnicos son pollo, panceta de cerdo y carne molida. La configuración también es adecuada para detectar, analizar y clasificar objetos que tienen formas menos definidas y son capaces de formar una capa o grumos en la cinta transportadora 3', tal como carne molida, carne picada, farsa de carne, etc. Este tipo de objeto se indica mediante el número de referencia 2' en la figura 6. Se debe entender que la configuración de la figura 6 se podría invertir, es decir, las fuentes de luz que están por encima de la cinta transportadora 3' y el sistema de espectroscopía por debajo.

En uso, cualquiera de las variantes del sistema y aparato inventados se puede instalar típicamente en entornos industriales, por ejemplo, adyacentes a equipo de empaquetado de productos o en plantas de procesamiento de carne, donde las condiciones para realizar procesos de detección óptica pueden ser menos que ideales. Por ejemplo, la luz detectada por el sistema de espectroscopía es generalmente la suma de (i) luz generada por las fuentes de luz que se han transmitido a través del objeto, y (ii) luz ambiental. Esto se ilustra en la figura 7, donde las flechas marcadas con "A"

indican luz ambiental, y L' representa luz pulsante procedente de una fuente de luz pulsada 40 en un alojamiento de lámpara 42. La luz ambiental puede constituir una porción significativa de la luz detectada y puede afectar el proceso de detección de una manera adversa. Por lo tanto, es de interés poder factorizar la luz ambiental del proceso de detección y medición.

5

Por lo tanto, el concepto de la invención comprende un método y medio asociado para apagar la(s) fuente(s) de luz durante un período de tiempo tal que el sistema de espectroscopía pueda medir solo luz ambiental. Cuando la fuente de luz se apaga, no se transmite luz a través del objeto. Un dispositivo de procesamiento (no mostrado) en el sistema de espectroscopía resta la medición de luz ambiental de la medición realizada por el sistema de espectroscopía cuando la luz generada por el sistema de iluminación (las fuentes de luz) se transmite a través del objeto.

10

Los objetos se mueven típicamente (por ejemplo, caen) a través de la región de detección a una alta velocidad; y los períodos de tiempo en los que se apaga la fuente de luz deben coincidir con esta velocidad. Esto se puede obtener mediante led enfocados pulsados, que permiten un rápido ciclo de encendido/apagado. Una disposición de led pulsados permite la detección de luz recibida de los píxeles vecinos cuando la fuente de luz está apagada (solo luz ambiental) y encendida (luz generada + luz ambiental). Si la fuente de luz es, por ejemplo, una bombilla halógena (que tiene tiempos de respuesta más largos), la luz pulsada L' se puede obtener al disponer un medio de control de luz 45 delante de la fuente de luz, como se muestra en la figura 7. El medio de control de luz 45 puede ser, por ejemplo, un obturador mecánico o el llamado vidrio conmutable. Los vidrios conmutables son bien conocidos, un ejemplo que es SmartGlass^{MR}, que se comercializa y vende por Schott AG.

15

20

Esta capacidad de medir y restar la luz ambiental durante el proceso de detección mejora la versatilidad del sistema. Por ejemplo, la región de detección no necesita estar en un gabinete cerrado, sino que puede estar al aire libre y expuesta a la luz ambiental. Se debe entender que los led pulsados se pueden combinar con el medio de control de luz 45.

25

Aunque el concepto de la invención se ha descrito con referencia a la detección de materia en frutas, verduras y carne, se debe entender que el concepto de la invención es igualmente aplicable a la detección de materia en objetos translúcidos en general, que incluyen, pero no se limitan a, otros productos alimenticios.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para detectar materia, que comprende:

- 5 - medio de alimentación a granel (3; 3') configurado para alimentar una pluralidad de objetos (2; 2') en una región de detección (D);
 - al menos una fuente de luz (8; 10, 20; 40) cada una que tiene un elemento de enfoque y que se configura para enviar luz en una primera dirección respectiva (l_1 ; l_2) para iluminar al menos un objeto (2; 2') que se mueve en un plano de objeto (P-P) en la región de detección (D), donde la por lo menos una fuente de luz (8; 10, 20; 40) es una fuente de luz pulsada (40), dispuesta para enviar luz pulsada (L') a la región de detección;
 10 - un primer aparato de análisis de luz (4) dispuesto para detectar la luz que se ha emitido desde la por lo menos una fuente de luz y transmitida a través del objeto, y para identificar una cantidad de luz que se ha recibido desde al menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto,
 - medio para determinar un parámetro de los objetos con base en la cantidad identificada de luz recibida de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto donde el primer aparato de análisis de luz (4) está dispuesto para detectar luz (TD_1 ; TD_{12}) que tiene una dirección dentro del campo de visión del primer aparato de análisis de luz (4), donde la primera dirección respectiva es diferente de las direcciones dentro del campo de visión del primer aparato de análisis de luz (4),
 15 caracterizado porque;
 el primer aparato de análisis de luz (4) está dispuesto además para discriminar entre luz ambiental y la luz recibida de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto,
 - medio para apagar la por lo menos una fuente de luz durante un período de tiempo tal que el aparato de análisis de luz mide solo la luz ambiental, y
 25 - un dispositivo de procesamiento dispuesto para restar la luz ambiental medida de la cantidad de luz identificada que se ha recibido de la por lo menos una fuente de luz después de la transmisión a través del objeto.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio de alimentación a granel (3) se configura para alimentar objetos (2) en la región de detección (D) de manera aleatoria.
3. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la por lo menos una fuente de luz (10; 20) se dispone en el primer foco (f_1 ; f_2) de un reflector en forma de elipsoide truncado (12; 22) y el reflector se dispone de manera que el segundo foco de reflector en forma de elipsoide truncado (f_1 ; f_2) coincide con el plano de objeto (P-P).
- 35 4. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la por lo menos una fuente de luz comprende uno o más diodos emisores de luz (led).
5. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la por lo menos una fuente de luz (40) comprende además al menos una lente, capaz de enfocar la luz en el plano de objeto (P-P).
- 40 6. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la fuente de luz y el primer aparato de análisis de luz están dispuestos en lados opuestos del plano de objeto (P-P).
- 45 7. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una primera fuente de luz (10) está dispuesta simétricamente con una segunda fuente de luz (20) alrededor de un eje central (C).
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, donde un segundo aparato de análisis de luz (5) se dispone en el lado opuesto del plano de objeto (P-P) con respecto al primer aparato de análisis de luz (4) y se configura para recibir luz reflejada ($R_{1,2}$) del objeto que resulta de la luz (l_1 , l_2) enviada desde la primera y segunda fuentes de luz respectivas.
- 50 9. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos una tercera fuente de luz (30, 63) dispuesta en el mismo lado del plano de objeto (P-P) que el primer aparato de análisis de luz (4) y configurado para irradiar el objeto con luz (l_3) que se refleja (R_3) al primer aparato de análisis de luz (4).
- 55 10. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el aparato de análisis de luz (4, 5) comprende un sistema de espectroscopia o un sistema de cámara hiperespectral.
11. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, que comprende además medio de control de luz (45) dispuesto y configurado para enviar de manera controlable luz pulsada (L') a la región de detección.
- 60 12. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el medio de alimentación a granel (3) comprende un alimentador de vibración o una cinta transportadora, opcionalmente en combinación con una rampa, por lo que se hace que los objetos caigan a través de la región de detección (D).
- 65 13. El aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde el medio de alimentación a granel comprende

una cinta transportadora translúcida (3') que se extiende hacia la región de detección (D) y se dispone para soportar al menos parcialmente el objeto (2; 2') en la región de detección.

5 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, donde la cinta transportadora (3') comprende una cinta transportadora de malla de alambre, o dos cintas transportadoras que están separadas por un espacio intermedio.

10 15. Un sistema para clasificar objetos, que comprende el aparato como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-14, y un dispositivo de expulsión (9) configurado para expulsar de manera controlable y selectiva el objeto del sistema con base en las propiedades de la luz recibida por el primer aparato de análisis de luz.

16. Un método para determinar un parámetro de al menos un objeto (2; 2'), que comprende los pasos de

- i) proporcionar un aparato de análisis de luz que tiene un campo de visión;
- ii) hacer que el objeto se mueva en un plano (P-P) en una región de detección (D);
- 15 iii) iluminar el objeto con luz incidente al enviar luz pulsante (L') hacia la región de detección, la luz incidente que tiene una primera dirección, luz que se emite desde al menos una fuente de luz, donde la primera dirección de la luz incidente es diferente de las direcciones del campo de visión del primer aparato de análisis de luz;
- 20 iv) detectar e identificar la luz que se origina a partir de la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto, la luz que tiene una segunda dirección diferente de la primera dirección, y detectar luz ambiental (A) durante los intervalos de tiempo en los que no hay luz enviada hacia la región de detección;
- v) discriminar la luz detectada e identificada de la luz ambiental al apagar la por lo menos una fuente de luz durante un período de tiempo tal que el aparato de análisis de luz mide solo la luz ambiental, y restar la luz ambiental medida de la luz identificada que se origina en la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto; y
- 25 vi) determinar un parámetro específico de objeto con base en la luz detectada e identificada que se origina a partir de la por lo menos una fuente de luz y que se transmite a través del objeto.

17. El método de acuerdo con la reivindicación 16, donde el movimiento en el paso ii) comprende caída libre.

30 18. El método de acuerdo con la reivindicación 16-17, donde el movimiento en el paso ii) se efectúa mediante una cinta transportadora (3').

19. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16-18, donde el parámetro específico del objeto comprende uno o más de los parámetros en una lista que comprende: contenido de azúcar, acidez, madurez, pudrición, daño mecánico, presencia de materia extraña, presencia de hueso.

35 20. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 - 19, donde el objeto se clasifica con base en el parámetro específico del objeto determinado en el paso vi).

FIGURA 1a

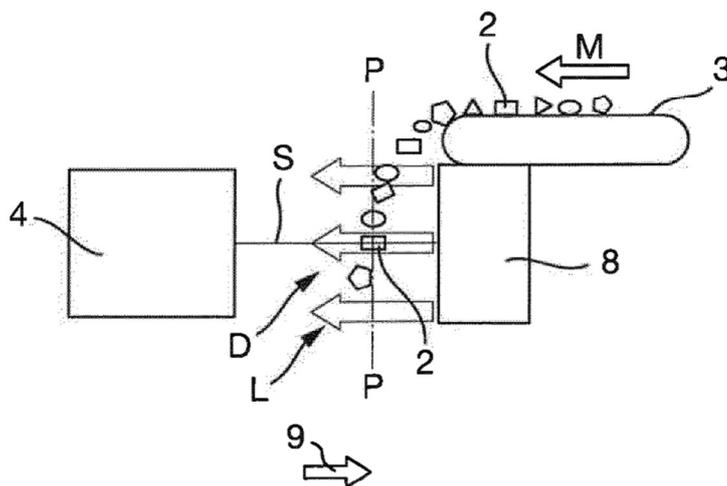


FIGURA 1b

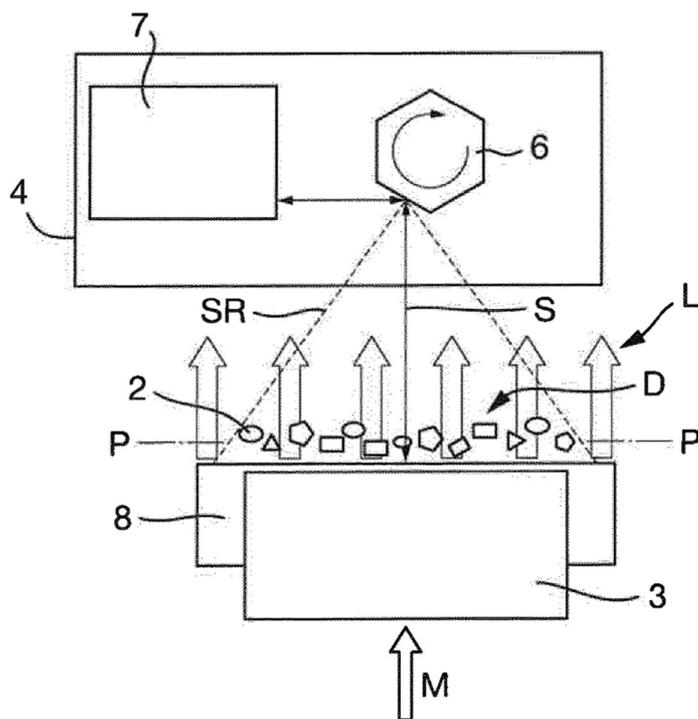


FIGURA 4

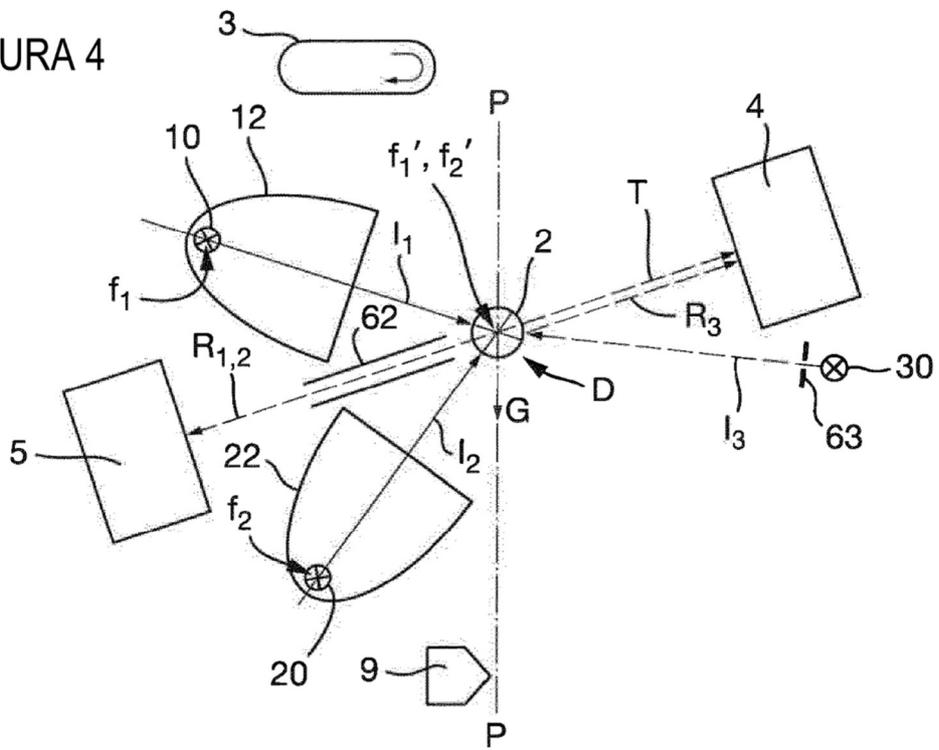


FIGURA 5

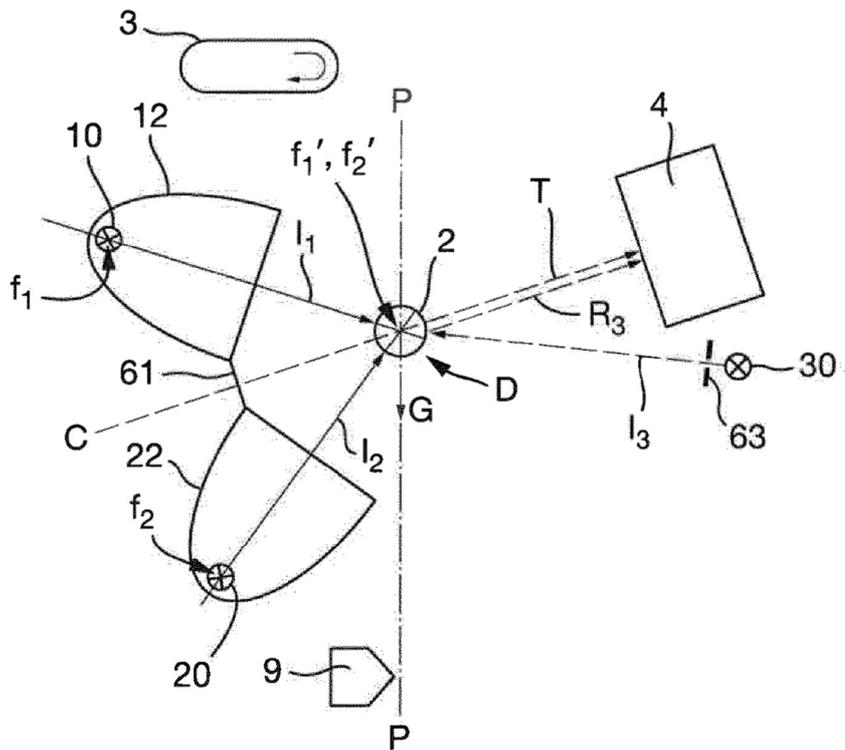


FIGURA 6

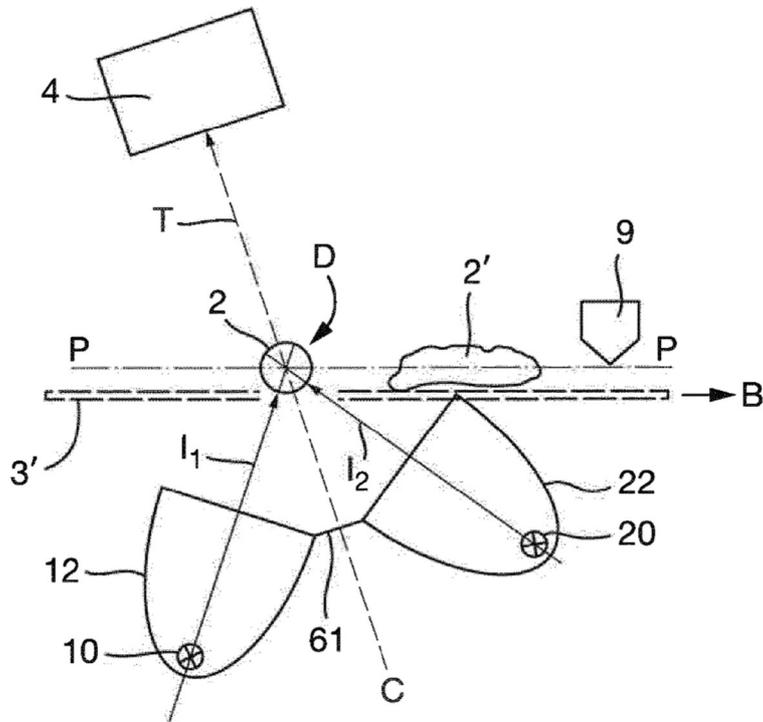


FIGURA 7

