

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 601**

51 Int. Cl.:

G01N 21/85 (2006.01)

B07C 5/342 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2014 PCT/EP2014/073578**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015 WO15063300**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2014 E 14792832 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3066456**

54 Título: **Aparato de inspección**

30 Prioridad:

04.11.2013 EP 13191395

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

12.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HARBECK, HARTMUT y
BALTHASAR, DIRK**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 811 601 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 inspección

5 La presente invención se refiere a un aparato para inspeccionar un flujo de materia, así como a un sistema que comprende dicho aparato.

10 El documento EP 1 185 854 divulga una estación de detección que incluye una cámara de video dirigida verticalmente hacia abajo y una unidad de detección, cuya estación tiene un flujo de desechos que avanza a través de una cinta transportadora sustancialmente horizontal a una matriz transversal de toberas de chorro de aire. El área de imagen rectangular de la cámara abarca todo el ancho de la cinta y, por lo tanto, del flujo de desechos. Los datos de la cámara se utilizan para identificar las posiciones de los objetos individuales en el flujo de desechos (en el sentido de aproximadamente la región que ocupa el objeto en el flujo de desechos). La unidad escanea el flujo de desechos a lo largo de una ruta rectilínea P que también se extiende por todo el ancho de la cinta y, por lo tanto, del flujo de desechos, la ruta P es perpendicular a la dirección longitudinal D de la cinta, es decir, a la dirección de alimentación del flujo de desechos. Mediante el análisis del espectro infrarrojo, la unidad detecta la composición de al menos algunos de los objetos en el flujo de desechos. Los datos de la cámara y la unidad se utilizan para controlar un controlador para válvulas solenoides que controlan el suministro de aire comprimido a las toberas respectivas. En este sistema, la unidad detecta la composición y/o el color de cada objeto, mientras que la cámara de video se usa para monitorear la región escaneada y su salida de datos se emplea automáticamente para detectar las posiciones de los objetos y corregir los datos en relación con esos objetos recibidos de detectores en la unidad.

25 Un problema relacionado con el sistema anterior es que, por ejemplo, los objetos pequeños pueden cambiar de posición en la cinta transportadora entre la medición por la unidad de detección y la cámara. Por lo tanto, puede ser difícil determinar qué lecturas pertenecen a qué elemento.

El documento US 6 473 168 B1 divulga un procedimiento y un dispositivo para detectar irregularidades en un producto, en el que al menos una banda de luz se dirige hacia este producto.

30 El producto se mueve en una dirección particular a través de una zona de detección, de modo que dicha banda de luz se dispersa y/o refleja por dicho producto, y la luz dispersada se detecta por al menos un detector para detectar irregularidades en el producto. El flujo de luz dispersada por una parte del producto y capturada por dicho detector se ajusta de modo que sea independiente de su posición en dicha zona de detección.

35 El documento CA 2 697 636 A1 se refiere a un sistema que comprende una fuente de luz óptica de banda ancha y un dispositivo de clasificación, más específicamente a dispositivos de clasificación por láser. Divulga un sistema que comprende un dispositivo de clasificación con una fuente de luz que ofrece todas las longitudes de onda para el procedimiento de clasificación, mediante el uso de una fuente de luz supercontinua de fibra.

40 Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato mejorado para inspeccionar un flujo de materia. La presente invención se define en las reivindicaciones independientes, y las realizaciones se exponen en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para inspeccionar un flujo de materia, que comprende una primera y una segunda fuente de luz, un primer y un segundo detector, así como un primer elemento de escaneo y un primer divisor de haz. Dicha primera fuente de luz se adapta para emitir un primer haz de luz que comprende longitudes de onda dentro de un primer rango de longitud de onda (λ_{1a} - λ_{1b}), para iluminar dicho flujo de materia de lado a lado; y el primer detector se dispone para recibir dicho primer haz de luz después de que se refleja contra dicho flujo de materia en una primera área de detección.

50 La segunda fuente de luz se adapta para emitir un segundo haz de luz que comprende longitudes de onda dentro de un segundo rango de longitud de onda (λ_{2a} - λ_{2b}), para iluminar dicho flujo de materia en un área iluminada, en el que cualquier longitud de onda (λ_1) en dicho primer rango de longitud de onda es diferente de cualquier longitud de onda (λ_2) en dicho segundo rango de longitud de onda (ya sea $\lambda_{1b} < \lambda_{2a}$ o $\lambda_{2b} < \lambda_{1a}$). El segundo detector se dispone para recibir dicho segundo haz de luz después de que se refleja contra dicho flujo de materia en una segunda área de detección.

55 Además, el primer elemento de escaneo se dispone entre dicho flujo de materia y dicho segundo detector y se adapta para redirigir dicha segunda área de detección de lado a lado a través de dicho flujo de materia. Finalmente, el elemento de división del haz se dispone para recibir dicho primer haz de luz, después de que dicho primer haz de luz se refleja contra dicha materia a lo largo de un primer eje óptico; y se dispone para recibir dicho segundo haz de luz, después de que dicho segundo haz de luz se refleja contra dicha materia también a lo largo de dicho primer eje óptico. Dicho elemento de división del haz se adapta además para guiar dicho primer haz de luz reflejado hacia dicho primer detector y para guiar dicho segundo haz de luz reflejado hacia dicho segundo detector, al redirigir al menos uno de dicho primer haz de luz reflejado y dicho segundo haz de luz reflejado a lo largo de un segundo eje óptico que no es paralelo a dicho primer eje óptico. El aparato se caracteriza porque dicho elemento de escaneo se

dispone entre dicho elemento de división del haz y dicho segundo detector para recibir solo dicho segundo haz de luz reflejado de dichos primer y segundo haz de luz reflejados.

5 En relación con la presente invención, el flujo de materia que se inspecciona por el aparato puede consistir en cualquier objeto que sea adecuado para la inspección óptica, tales como, entre otros, menas y minerales, alimentos y cuerpos, así como escombros y desechos recogidos.

10 De acuerdo con un ejemplo, dicha primera fuente de luz puede seleccionarse de un grupo que comprende láseres, láseres supercontinuos, lámparas halógenas, diodos emisores de luz, tubos fluorescentes y combinaciones de los mismos.

De acuerdo con un ejemplo, dicha segunda fuente de luz puede seleccionarse de un grupo que comprende lámparas halógenas, diodos emisores de luz, láseres y láseres supercontinuos y combinaciones de los mismos.

15 De acuerdo con un ejemplo, dicho elemento de división del haz es un divisor de haz dicróico tal como, entre otros, un espejo dicróico, un reflector dicróico, o un divisor de haz de cubo.

20 Dichas fuentes de luz primera y segunda se seleccionan en base a las propiedades ópticas de los objetos en dicho flujo de materia, y con más detalle en base a qué propiedades ópticas de los objetos en el flujo de materia son de interés.

25 De acuerdo con un ejemplo, tanto dicha primera fuente de luz como dicha segunda fuente de luz son iluminaciones de línea, que iluminan simultáneamente el flujo de materia de lado a lado. Ejemplos de tales iluminaciones son lámparas halógenas, paneles LED o láser(es) provistos de ópticas adecuadas.

30 De acuerdo con otro ejemplo, tanto dicha primera fuente de luz como dicha segunda fuente de luz son iluminaciones puntuales, que iluminan de manera amplia dicho flujo de materia de lado a lado. Ejemplos de tales iluminaciones son LEDs o láser(es) provistos de ópticas adecuadas. En la presente memoria, los términos iluminación puntual e iluminación de punto se usan indistintamente.

35 De acuerdo con otro ejemplo más, una de dichas fuentes de luz primera y segunda es una iluminación de línea, y la otra de dichas fuentes de luz primera y segunda es una iluminación puntual.

40 De acuerdo con un primer ejemplo específico, dicha iluminación de línea es un panel de LED que comprende, por ejemplo, tres filas de LEDs. Las dos filas exteriores consisten, por ejemplo, en LEDs verdes dispuestos uno al lado del otro. La fila central consta, por ejemplo, de grupos de dos IR y un LED rojo, y entre cada grupo hay un espacio. Además, entre cada par de LEDs rojos hay dos LEDs IR. Cada led se proporciona de una óptica que enfoca la luz en el flujo de materia.

45 De acuerdo con un segundo ejemplo específico, dicha iluminación puntual es una combinación de láseres que tienen diferentes longitudes de onda, como rojo, verde e IR, en el que los haces de los láseres se combinan mediante divisores de haz polarizantes, para alinear la polarización de los haces láser, antes de que los haces láser iluminen el flujo de materia. Con más detalle, el primer y el segundo haz láser (por ejemplo, rojo y verde) se combinan mediante un primer divisor de haz polarizador en un haz intermedio (rojo/verde), y el haz intermedio (rojo/verde) se combina con el tercer haz láser (IR) por un segundo divisor de haz polarizante en un haz resultante (rojo/verde/IR). Los láseres pueden, por ejemplo, encenderse simultáneamente, o uno por uno, o en pares

50 Además, de acuerdo con un ejemplo, dicha primera fuente de luz se dispone de acuerdo con dicho primer ejemplo específico y dicha segunda fuente de luz se dispone de acuerdo con dicho segundo ejemplo específico.

55 En relación con la presente invención, el término *longitud de onda* de una fuente de luz puede ser una sola longitud de onda, como 632,8 nm de un láser HeNe; o una primera banda de longitud de onda, como entre 380-405 nm de un LED azul InGaN; o una banda de longitud de onda más ancha, como entre aproximadamente 450-650 nm de un LED de luz blanca donde la fuente azul de GaN o InGaN bombea fósforo Ce: YAG; o una banda de longitud de onda aún más ancha, como entre aproximadamente 500-1.500 nm de una lámpara halógena de tungsteno a 3.300 K.

60 En relación con la presente invención para una primera fuente de luz adaptada para emitir un *espectro total* que van desde, por ejemplo, 500-1.500 nm, el *primer rango de longitud de onda* de la primera fuente de luz corresponde a la porción de este espectro total que recibe el primer detector, por ejemplo, 500-900 nm. En analogía, para una segunda fuente de luz adaptada para emitir un espectro total que varía, por ejemplo, de 500-1.500 nm, el *segundo rango de longitud de onda* de la segunda fuente de luz corresponde a la porción de este espectro total que recibe el segundo detector, por ejemplo, 1.100-1.500 nm.

65 En relación con la presente invención, la expresión que cualquier longitud de onda (λ_1) en un primer rango de longitud de onda es *diferente* de cualquier longitud de onda (λ_2) en un segundo rango de longitud de onda significa *ya sea* que toda la longitud de onda en dicho primer rango de longitud de onda es menor que cualquier longitud de

onda (λ_2) en un segundo rango de longitud de onda o que toda la longitud de onda en dicho primer rango de longitud de onda es mayor que cualquier longitud de onda (λ_2) en un segundo rango de longitud de onda.

5 En relación con la presente invención, un flujo de materia se ilumina por al menos una primera y una segunda fuente de luz. El flujo de materia tiene una dirección de movimiento neta, y el ancho del flujo se mide en una dirección ortogonal a dicha dirección de movimiento neta. Estas fuentes de luz primera y segunda pueden iluminar cada una el ancho total del flujo, o pueden iluminar una parte de la misma. Para obtener una resolución más alta, pueden usarse dos aparatos uno al lado del otro; cada uno tiene una primera y una segunda fuente de luz, que se disponen de tal manera que el área iluminada por el aparato respectivo se superpone parcialmente, de modo que todo el ancho del flujo se ilumina solo cuando se usan ambos aparatos. Todas las fuentes de luz se disponen para iluminar el mismo lado, o la misma cara, del flujo. De acuerdo con otro ejemplo, tres o más aparatos se disponen uno al lado del otro, de modo que todo el flujo se ilumina mediante la superposición de fuentes de luz de los diferentes aparatos. De acuerdo con otro ejemplo, solo se inspecciona una parte del flujo, por ejemplo, ya que el muestreo es suficiente. En este caso, puede usarse un aparato cuyas fuentes de luz solo iluminan una porción, por ejemplo, entre 20 % y 80 % del ancho del flujo.

En otras palabras, en todos los casos hay un flujo de materia que comprende objetos que se inspeccionan y este flujo inspeccionado se ilumina *de lado a lado*, es decir, de un lado del flujo al otro, a través del flujo. El flujo inspeccionado puede corresponder al flujo total de materia o una porción del mismo, y por lo tanto el flujo total o una porción del mismo se ilumina de lado a lado por dicho aparato.

Que el flujo de materia se ilumine de lado a lado incluye que el flujo de materia se ilumine transversalmente a su dirección de alimentación. Además, las fuentes de luz pueden disponerse de manera que el área iluminada por las fuentes de luz sea ortogonal a la dirección neta de movimiento del flujo de materia (llamada iluminación ortogonal), o puede disponerse de manera que el área iluminada por las fuentes de luz se compense por +/- 45° de la iluminación ortogonal.

La iluminación de una fuente de luz puede ser simultánea o de barrido, es decir, la porción del flujo inspeccionado por un aparato respectivo (a continuación llamada "el flujo inspeccionado") puede ser *iluminado simultáneamente* de lado a lado a través del flujo, es decir, todo el ancho del flujo inspeccionado se ilumina de una vez; o puede iluminarse mediante el barrido de lado a lado a través del flujo, es decir, la porción iluminada del flujo inspeccionado (también llamada área iluminada) se mueve de un lado del flujo inspeccionado al otro por medio de un elemento de redireccionamiento, como un espejo en movimiento o similar. El área iluminada puede tener cualquier forma, como (entre otros) un punto, un círculo, una línea, un rectángulo, un cuadrado o una combinación de estos. En otras palabras, cuando el flujo inspeccionado se *ilumina mediante el barrido* de lado a lado, solo una porción del ancho del flujo se ilumina en cada instancia en el tiempo; y cuando el flujo inspeccionado se *ilumina simultáneamente* de lado a lado, todo el ancho del flujo inspeccionado se ilumina al menos una vez en el tiempo.

De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un sistema que comprende un primer y un segundo aparato, cada uno dispuesto como se describe anteriormente, en el que dicho primer aparato se adapta para inspeccionar una primera porción de dicho flujo, y dicho segundo aparato se adapta para inspeccionar una segunda porción de dicho flujo, dichas primera y segunda porciones se superponen solo parcialmente. Dicho primer y segundo aparato pueden disponerse uno al lado del otro.

De acuerdo con un ejemplo, dicho aparato comprende un primer elemento de redireccionamiento dispuesto para recibir dicho segundo haz de luz desde dicha segunda fuente de luz y se adapta para redirigir dicho segundo haz de luz para iluminar mediante el barrido dicho flujo de materia de lado a lado.

De acuerdo con todavía un ejemplo, dicho elemento de escaneo y dicho primer elemento de redireccionamiento es uno y el mismo.

De acuerdo con todavía un ejemplo, dicho aparato comprende además un segundo elemento de escaneo dispuesto entre dicho flujo de materia y dicho primer detector, dicho segundo elemento de escaneo se adapta para redirigir dicha primera área de detección de lado a lado a través de dicho flujo de materia.

De acuerdo con todavía un ejemplo, dicho aparato comprende además un segundo elemento de redireccionamiento, dispuesto entre dicha primera fuente de luz y dicho flujo de materia, y se adapta para recibir dicho primer haz de luz desde dicha primera fuente de luz y para redirigir dicho primer haz de luz de modo que para iluminar mediante el barrido dicho flujo de lado a lado.

En relación con la presente invención, el término *longitud de onda de corte*, o la longitud de onda de corte del elemento de división del haz, se usa para describir a qué longitud de onda se realiza la división en un rango de longitud de onda más corto y un rango de longitud de onda más largo. En otras palabras, el elemento de división del haz dividirá la luz reflejada desde dicho flujo de materia en dos porciones. Una porción que comprende longitudes de onda más bajas que la longitud de onda de corte, y otra porción que comprende longitudes de onda más largas e

iguales a la longitud de onda de corte. Una de estas porciones se reenvía después al primer detector y la otra se reenvía al segundo detector.

5 En otras palabras, dicho primer elemento de escaneo puede disponerse, entre dicho elemento de división del haz y dicho segundo detector, en cualquiera de las dos porciones de luz reflejada desde dicho flujo de materia. Es decir, puede disponerse en la porción que comprende longitudes de onda más cortas que la longitud de onda de corte o en la porción que comprende longitudes de onda más largas que el corte. Por lo tanto, de dicho primer y segundo haz de luz reflejada, el primer elemento de escaneo recibe solo dicho segundo haz de luz reflejada.

10 En la práctica, en dicha porción que comprende longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte, normalmente también hay longitudes de onda que son más largas que dicha longitud de onda de corte; y en dicha porción que comprende longitudes de onda que son más largas que la longitud de onda de corte, normalmente también hay longitudes de onda que son más cortas que dicha longitud de onda de corte, debido, por ejemplo, a las características del elemento de división del haz.

15 Sin embargo, cuando se observa el contenido de energía de dicha porción que comprende longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte, una parte importante del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte, y una parte menor del contenido de energía se constituye por longitudes de onda más largas que la longitud de onda de corte. El contenido de energía se calcula mediante el uso de la fórmula $E = hc/\lambda$, donde E es la energía de un fotón, h es la constante de Planck y c es la velocidad de la luz. De acuerdo con un ejemplo, más del 80 %, o más del 90 %, o más del 95 %, del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte.

20 Además, cuando se observa el contenido de energía de dicha porción que comprende una longitud de onda que es más larga que la longitud de onda de corte, una parte importante del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más largas que la longitud de onda de corte, y una parte menor del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte. De acuerdo con un ejemplo, más del 80 %, o más del 90 %, o más del 95 %, del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más largas que la longitud de onda de corte. De acuerdo con un ejemplo, dicho elemento de división del haz se adapta para guiar dicho segundo haz de luz reflejado hacia dicho segundo detector a lo largo de un segundo eje óptico y para guiar dicho primer haz de luz reflejado hacia dicho primer detector a lo largo de un tercer eje óptico, y en el que el ángulo entre dicho segundo eje óptico y dicho tercer eje óptico está entre 20° y 160°, o entre 60° y 120°, o entre 80° y 100°.

35 La primera fuente de luz puede adaptarse para emitir un primer espectro, por ejemplo, 632,8 nm o 450-650 nm, y la segunda fuente de luz puede adaptarse para emitir un segundo espectro, por ejemplo, 500-1.500 nm, cuyos espectros se superponen parcialmente. Cuando los espectros se superponen parcialmente, puede ser ventajoso disponer un elemento filtrante entre una de las fuentes de luz y dicha materia a clasificar, cuyo elemento filtrante se adapta para transmitir o reenviar solo longitudes de onda dentro del rango de longitud de onda de esa fuente de luz. En otras palabras, cuando un elemento de filtrado se dispone entre la primera fuente de luz y la materia a clasificar, preferentemente transmite o envía longitudes de onda dentro de dicho primer rango de longitud de onda. Alternativamente, o adicionalmente, cuando el elemento de filtrado dispuesto entre dicha segunda fuente de luz y dicho flujo de materia, se adapta para bloquear la longitud de onda dentro de dicho primer rango de longitud de onda. Alternativamente, o adicionalmente cuando un elemento de filtrado se dispone entre dicha primera fuente de luz y dicho flujo de materia, se adapta para bloquear la longitud de onda dentro de dicho segundo rango de longitud de onda.

50 De acuerdo con un ejemplo, dicho primer detector comprende un CCD, y adicionalmente o alternativamente dicho primer detector es un detector de línea o un detector de área. Pueden proporcionarse filtros fijos o ajustables, para filtrar un rango de longitud de onda deseado, frente a dicho primer detector. Si se utilizan filtros ajustables, pueden filtrarse consecutivamente diferentes rangos de longitud de onda. Además, o alternativamente, pueden proporcionarse diferentes filtros frente a diferentes partes del detector, de modo que diferentes áreas del detector reciban diferentes longitudes de onda.

55 De acuerdo con un ejemplo, dicho segundo detector comprende un CCD, adicionalmente o alternativamente dicho segundo detector es un detector de línea o un detector de área. Adicional o alternativamente, dicho segundo detector puede ser un espectrómetro o un sensor de un sistema hiperespectral. Pueden proporcionarse filtros fijos o ajustables, para filtrar un rango de longitud de onda deseado, frente a dicho segundo detector. Si se utilizan filtros ajustables, pueden filtrarse consecutivamente diferentes rangos de longitud de onda. Adicional o alternativamente, pueden proporcionarse diferentes filtros frente a diferentes partes del detector, de modo que diferentes áreas del detector sean sensibles a diferentes longitudes de onda.

65 En relación con la presente invención, el término *primera área de detección* se refiere a una porción del flujo de materia que se ve por dicho primer detector en una instancia en el tiempo; y el término *segunda área de detección* se refiere a una porción del flujo de materia que dicho segundo detector ve simultáneamente en una instancia en el tiempo. Un área de detección puede cubrir todo el ancho del flujo inspeccionado, o puede cubrir solo una porción del

mismo. Cuando dicha área de detección cubre solo una porción del flujo inspeccionado, el área de detección se mueve o barre de lado a lado del flujo inspeccionado por medio de un elemento de redireccionamiento, tal como un espejo móvil o similar. El espejo móvil es, por ejemplo, un espejo poligonal o un espejo basculante.

5 De acuerdo con un ejemplo, ambas fuentes de luz primera y segunda iluminan simultáneamente el flujo inspeccionado de lado a lado a través del flujo, o todo el ancho del flujo inspeccionado, la primera área de detección cubre simultáneamente el flujo inspeccionado de lado a lado, mientras que la segunda área de detección solo cubre una porción de todo el ancho del flujo inspeccionado y, por lo tanto, cubre mediante el barrido el flujo inspeccionado de lado a lado.

10 De acuerdo con otro ejemplo, dicha primera fuente de luz ilumina simultáneamente el flujo inspeccionado de lado a lado, la segunda fuente de luz ilumina mediante el barrido el flujo inspeccionado de lado a lado, la primera área de detección cubre simultáneamente el flujo inspeccionado de lado a lado, mientras que la segunda área de detección solo cubre una pequeña porción del flujo inspeccionado y cubre el flujo inspeccionado mediante el barrido de lado a lado. Aquí, pueden usarse dos elementos de redireccionamiento diferentes, uno que redirige el área iluminada y otro que redirige el área de detección. Alternativamente, el mismo elemento de redireccionamiento se utiliza para redirigir tanto el área iluminada como el área de detección.

15 De acuerdo con un ejemplo, la iluminación de una fuente de luz encendida es la misma con el tiempo, lo que incluye variaciones naturales debido al envejecimiento, variaciones en la fuente de alimentación, etc. De acuerdo con otro ejemplo, la iluminación de una fuente de luz varía con el tiempo de acuerdo con un patrón predeterminado, por ejemplo, puede haber una variación en el color o la distribución de intensidad. Por ejemplo, pueden ciclarse tres colores. La variación en el color puede lograrse mediante el uso de diferentes fuentes de luz, o mediante el uso de un filtro giratorio frente a una fuente de luz que tenga un amplio espectro.

20 Además, dichas fuentes de luz pueden ser de pulso o continuas.

El flujo de materia puede transportarse por cualquier medio, como, entre otros, estar en camino de caída libre, transportarse en una rampa o en una cinta transportadora.

25 De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un sistema que comprende un aparato dispuesto como se describe anteriormente, y medios de transporte para transportar el flujo de materia, dichos medios de transporte incluyen preferentemente al menos uno de una cinta transportadora, una rampa y un camino de caída libre.

30 De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un sistema que comprende un primer y un segundo aparato, cada uno dispuesto como se describe anteriormente, en el que dicho primer aparato se adapta para inspeccionar una primera cara de dicho flujo, y dicho segundo aparato se adapta para inspeccionar una segunda cara de dicho flujo, dichas primera y segunda caras son caras opuestas de dicho flujo. En otras palabras, el flujo de materia se dispone para pasar entre dichos primer y segundo aparatos, por ejemplo, en caída libre o en un transportador transparente. Los aparatos pueden disponerse para inspeccionar sustancialmente la misma parte del flujo, sin embargo, desde dos lados opuestos. Estas partes pueden separarse entre sí, superponerse o coincidir. En otras palabras, el área inspeccionada por dicho primer y segundo aparato pueden ser adyacentes entre sí.

35 El aparato puede ser un aparato de inspección, que mide diferentes propiedades de los objetos que pasan en el flujo. También puede ser un aparato de clasificación que, en base a las propiedades medidas, decida si un objeto específico en el flujo de materia debe mantenerse o clasificarse.

40 De acuerdo con un ejemplo, se proporciona un sistema que comprende uno o más aparatos dispuestos como se describió anteriormente. Además, el flujo de materia a inspeccionar comprende objetos, y dicho sistema comprende además medios de procesamiento adaptados para recibir datos de detección de dicho primer detector y dicho segundo detector, y para transformar dichos datos de detección en datos de clasificación; y medios de eliminación que se adaptan para recibir los datos de clasificación de dichos medios de procesamiento y para eliminar los objetos de dicho flujo de materia en dependencia de dichos datos de clasificación. Los objetos que se eliminan pueden dirigirse a uno común o, si se desea, a varios puntos diferentes que dependen de los datos de detección. Ejemplos de medios de eliminación, o medios para clasificar objetos, son las toberas y eyectores.

45 Los detalles sobre cómo pueden procesarse los datos de detección para determinar si un objeto debe eliminarse o no, cómo pueden procesarse los datos de detección para dar como resultado la clasificación de datos, así como también cómo pueden formarse y controlarse los medios de eliminación, son bien conocidos en la técnica y por lo tanto no se describe más en la presente solicitud.

50 La presente invención se describirá ahora con más detalle, con referencia a los dibujos adjuntos que muestran realizaciones de la invención.

55 La figura 1a es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de acuerdo con la invención, en el que dichas primera y segunda fuentes de luz son iluminaciones de línea.

La figura 1b es una vista desde arriba esquemática que ilustra las áreas iluminadas y el campo de visión del aparato descrito en relación con la figura 1a.

La figura 2a es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de acuerdo con la invención, en el que dicha primera fuente de luz es iluminación de línea, y dicha segunda fuente de luz se barre por medio de un espejo poligonal.

La figura 2b es una vista desde arriba esquemática que ilustra las áreas iluminadas y el campo de visión del aparato descrito en relación con la figura 2a.

La figura 3 ilustra una orientación alternativa de las áreas iluminadas y el campo de visión.

La figura 4 ilustra esquemáticamente el uso del aparato para clasificar un flujo de materia en una cinta transportadora.

La figura 5 ejemplifica el espectro de diferentes lámparas halógenas.

La figura 6 ejemplifica la transmitancia de un filtro.

La figura 7 ejemplifica la transmitancia de un divisor de haz.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato 100 para inspeccionar un flujo de materia 10. Las flechas en las figuras 1a y 1b ilustran la dirección de transporte del flujo de materia, o la dirección neta de movimiento de dicha materia, o la dirección de alimentación.

El aparato 100 comprende una primera fuente de luz 101, que se adapta para emitir un primer haz de luz 111 que comprende longitudes de onda dentro de un primer rango de longitud de onda ($\lambda_{1a}-\lambda_{1b}$) para iluminar dicho flujo de materia de lado a lado. La primera fuente de luz es una iluminación de línea que ilumina simultáneamente dicho flujo de materia 10 desde un lado 13 al otro 14.

El aparato 100 también comprende una segunda fuente de luz 102 adaptada para emitir un segundo haz de luz 112 que comprende longitudes de onda dentro de un segundo rango de longitud de onda ($\lambda_{2a}-\lambda_{2b}$), para iluminar dicho flujo de materia en una segunda área iluminada 117. La segunda fuente de luz es una iluminación de línea que ilumina simultáneamente dicho flujo de materia 10 desde un lado 13 al otro 14. Además, cualquier longitud de onda (λ_1) en dicho primer rango de longitud de onda de dicha primera fuente de luz es diferente de cualquier longitud de onda (λ_2) en dicho segundo rango de longitud de onda de dicha segunda fuente de luz ($\lambda_{1b} < \lambda_{2a}$ o $\lambda_{2b} < \lambda_{1a}$).

El primer haz de luz 111 se refleja por dicho flujo de materia hacia un elemento de división del haz 140. El elemento divisor de haz 140 se dispone para recibir dicho primer haz de luz 111, después de que se refleja contra dicha materia a lo largo de un primer eje óptico 121; y dispuesto para recibir dicho segundo haz de luz 112, después de que dicho segundo haz de luz se refleja contra dicha materia también a lo largo de dicho primer eje óptico 121. El elemento divisor de haz 140, por ejemplo, un espejo dicróico, se adapta además para guiar dicho primer haz de luz reflejado 111 hacia un primer detector 131; y para guiar dicho segundo haz de luz reflejado 112 hacia dicho segundo detector 132 al redirigir uno de dicho primer haz de luz reflejado y dicho segundo haz de luz reflejado a lo largo de un segundo eje óptico 122 no paralelo a dicho primer eje óptico 121. Más específicamente, dicho elemento de escaneo 151 se dispone entre dicho elemento de división de haz 140 y dicho segundo detector 132 para recibir solo dicho segundo haz de luz reflejado de dichos primer y segundo haz de luz reflejados.

Además, dicho primer detector 131 se adapta para recibir dicho primer haz de luz 111 después de que se refleja contra dicho flujo de materia 10 en una primera área de detección 136; y dicho segundo detector 132 se adapta para recibir dicho segundo haz de luz 112 después de que se refleja contra dicho flujo de materia 10 en una segunda área de detección 137. Además, un primer elemento de escaneo 151 se dispone entre dicho flujo de materia 10 y dicho segundo detector 132 y se adapta para redirigir dicha segunda área de detección 137 de lado a lado a través de dicho flujo de materia.

La figura 1b ilustra la primera área iluminada 116, o el área 116 iluminada por dicha primera fuente de luz 101. De acuerdo con este ejemplo, la primera fuente de luz es una iluminación de línea que comprende lámparas LED que al mismo tiempo ilumina todo el ancho del flujo, y la primera área iluminada es un rectángulo que se extiende de lado a lado a través del flujo de materia. Las lámparas LED pueden ser de pulso o continuas. Además, de acuerdo con este ejemplo, el primer detector 131 es un detector de línea o detector de área (los sensores en el detector se disponen en una línea o una matriz) adaptados para detectar simultáneamente todo el ancho del flujo de materia. El campo de visión 136 de dicho primer detector o la primera área de detección 136 corresponde a un rectángulo que se extiende de lado a lado a través del flujo de materia. La primera área de detección 136 está dentro de dicha primera área iluminada 116.

Además, el área 117 iluminada por dicha segunda fuente de luz 102, o la segunda área iluminada 117 también se indica en la figura 1b. De acuerdo con este ejemplo, la segunda fuente de luz es una iluminación de línea que comprende un láser, y la segunda área iluminada es una línea que se extiende de lado a lado a través del flujo de materia. El láser puede ser de pulso o continuo. Además, de acuerdo con este ejemplo, el segundo detector 132 es un espectrómetro adaptado para detectar mediante el barrido todo el ancho del flujo de materia. El campo de visión 137 de dicho segundo detector o la segunda área de detección 137 corresponde a un punto. El campo de visión 137 de dicho segundo detector o la segunda área de detección 137 se mueve de lado a lado a través del flujo de materia por medio de un elemento de escaneo 151, aquí un espejo basculante.

De acuerdo con un primer ejemplo, dichas fuentes de luz primera y segunda se adaptan para iluminar el flujo de materia ambas al mismo tiempo. De acuerdo con un segundo ejemplo, dichas primera y segunda fuentes de luz se adaptan para iluminar el flujo de materia consecutivamente, es decir, primero dicha primera fuente de luz se enciende y después dicha segunda fuente de luz se enciende, y luego la secuencia de iluminación se repite una y otra vez. De acuerdo con un tercer ejemplo, se usa una combinación de los ejemplos uno y dos, es decir, las fuentes de luz a veces se encienden simultáneamente, y a veces se encienden consecutivamente de acuerdo con una secuencia de iluminación predeterminada.

La primera fuente de luz puede ser cualquier iluminación adecuada y comprender, por ejemplo, un láser, diodos emisores de luz, tubos fluorescentes o una combinación de estos. La primera fuente de luz puede emitir radiación en el rango ultravioleta (UV) rango visible (VIS), rango infrarrojo cercano (NIR) o rango infrarrojo medio (MIR) o en una combinación de estos rangos.

La segunda fuente de luz puede ser cualquier iluminación adecuada y comprender, por ejemplo, lámparas halógenas. La segunda fuente de luz puede emitir radiación en el rango ultravioleta (UV), rango visible (VIS), rango infrarrojo cercano (NIR) o rango infrarrojo medio (MIR) o en una combinación de estos rangos.

Opcionalmente, puede disponerse un elemento de filtro entre la primera fuente de luz y el flujo de materia, cuyo elemento de filtro se selecciona, por ejemplo, de modo que elimine las longitudes de onda emitidas por dicha primera fuente de luz que perturba el segundo detector; adicional o alternativamente, puede disponerse un elemento de filtro entre la primera fuente de luz y el flujo de materia, cuyo elemento de filtro se selecciona, por ejemplo, de modo que elimine las longitudes de onda emitidas por dicha primera fuente de luz que perturba el segundo detector.

De acuerdo con un ejemplo, las longitudes de onda de dicho primer rango de longitud de onda son más cortas que las longitudes de onda de dicho segundo rango de longitud de onda. Además, dicha segunda fuente de luz emite longitudes de onda no solo en dicho segundo rango de longitud de onda sino también dentro del intervalo de dicho primer rango de longitud de onda y la longitud de onda de corte de dicho divisor de haz, cuyas longitudes de onda se distribuyen a las mediciones realizadas mediante el uso de dicho primer detector. Un elemento de filtro puede disponerse entre dicha segunda fuente de luz y dicho flujo de materia, cuyo elemento de filtro elimina las longitudes de onda emitidas por dicha segunda fuente de luz que es más corta que dicha longitud de onda de corte, o dicho elemento de filtro elimina las longitudes de onda que están dentro del intervalo de dicho primer rango de longitud de onda y la longitud de onda de corte de dicho divisor de haz. Por lo tanto, la segunda fuente de luz no perturba al primer detector.

De acuerdo con un ejemplo, las longitudes de onda de dicho primer rango de longitud de onda son más cortas que las longitudes de onda de dicho segundo rango de longitud de onda. Además, dicha primera fuente de luz emite longitudes de onda no solo en dicho primer rango de longitud de onda sino también dentro del intervalo de dicho segundo rango de longitud de onda y la longitud de onda de corte de dicho divisor de haz, cuyas longitudes de onda se distribuyen a las mediciones realizadas mediante el uso de dicho segundo detector. Puede disponerse un elemento de filtro entre dicha primera fuente de luz y dicho flujo de materia, cuyo elemento de filtro elimina las longitudes de onda emitidas por dicha primera fuente de luz que es más larga o igual a dicha longitud de onda de corte, o dicho elemento de filtro elimina las longitudes de onda que están dentro del intervalo de dicho segundo rango de longitud de onda y la longitud de onda de corte de dicho divisor de haz. Por lo tanto, la primera fuente de luz no perturba al segundo detector.

Pueden aplicarse soluciones análogas cuando las longitudes de onda de dicho primer rango de longitud de onda son más largas que las longitudes de onda de dicho segundo rango de longitud de onda.

El aparato ilustrado en las figuras 2a y 2b es igual al descrito en relación con las figuras 1a y 1b, excepto por los detalles mencionados a continuación. El espejo basculante se reemplaza por un espejo poligonal 151, que se dispone para girar alrededor de su eje central, por ejemplo, por medio de un motor (no mostrado). La segunda iluminación no es una iluminación de línea, sino una iluminación puntual. La primera fuente de luz 101 comprende dos lámparas separadas 101a, 101b, dispuestas una a cada lado del flujo de materia. Ambas lámparas iluminan sustancialmente la misma primera área iluminada 116 en el flujo de materia. La segunda fuente de luz 102 comprende dos fuentes de luz separadas 102a, 102b. El área 117a, 117b iluminada por dicha segunda fuente de luz 102, o la segunda área iluminada 117a, 117b se indica en la figura 1b. De acuerdo con este ejemplo, la segunda fuente de luz es una iluminación puntual que comprende un láser, que ilumina solo una porción de dicho flujo de materia. El láser puede ser de pulso o continuo. El elemento de redireccionamiento 151 se dispone para mover mediante el barrido la segunda área iluminada 117a, 117b de lado a lado a través de dicho flujo de materia.

Además, de acuerdo con este ejemplo, el segundo detector 132 es un espectrómetro adaptado para detectar mediante el barrido todo el ancho del flujo de materia. El campo de visión 137 de dicho segundo detector o la segunda área de detección 137 corresponde a un punto. El campo de visión 137 de dicho segundo detector o la segunda área de detección 137 puede moverse de lado a lado a través del flujo de materia por medio de un elemento de escaneo 151, aquí un espejo poligonal. La segunda área de detección 137 está dentro del área iluminada por dicha segunda fuente de luz 117a, 117b.

En otras palabras, dicha segunda fuente de luz 102 ilumina dicho flujo de materia 10 en una segunda área iluminada 117a, 117b que cubre solo una porción del ancho de dicho flujo de materia, y un elemento de redireccionamiento 151 se dispone para recibir dicho segundo haz de luz 112a, 112b desde dicha segunda fuente de luz 102 y se adapta para redirigir dicho segundo haz de luz para mover dicha primera área iluminada 117a, 117b de lado a lado a través de dicho flujo de materia, en el que preferentemente dicho elemento de redireccionamiento y dicho primer elemento de escaneo, descritos en relación con la figura 1a, es uno igual.

De acuerdo con un ejemplo detallado, la primera fuente de luz comprende LEDs que emiten luz blanca, por ejemplo, los LEDs Z-Power fabricados por Seol Semiconductor y que emiten luz blanca pura; y más detalladamente perteneciente a, por ejemplo, la agrupación A0-A5, B0-B5 o C0-C5 descrita con más detalle en la especificación del producto, es decir, aproximadamente dentro de las coordenadas CIE (0,3028, 0,3304) (0,3552, 0,3760) (0,3514, 0,3487) (0,3068, 0,3113) (0,3028, 0,3304). Los LEDs iluminan simultáneamente el flujo de materia de lado a lado. La segunda fuente de luz es una de las lámparas halógenas, cuyos espectros se ilustran en la figura 5. La línea superior es la distribución espectral de una lámpara de 3.300 K, la de abajo es la distribución espectral de una lámpara de 3.200 K, la de abajo es la distribución espectral de una lámpara de 3.000 K, la de abajo de esa es la distribución espectral de una lámpara de 2.800 K, la de abajo de esa es la distribución espectral de una lámpara de 2.500 K y la inferior es la distribución espectral de una lámpara de 2.000 K. La segunda fuente de luz ilumina simultáneamente el flujo de materia de lado a lado. Un filtro que tiene la transmitancia ilustrada en la figura 6, es decir, un corte en la longitud de onda a aproximadamente 850 nm, se dispone entre la segunda fuente de luz y el flujo de materia. Un espejo dicróico que tiene una transmitancia como se ilustra en la figura 6, es decir, una longitud de onda de corte de aproximadamente 1.200 nm, se selecciona como elemento de división del haz. El primer detector es una cámara RGB y el segundo detector es un espectrómetro NIR. La longitud de onda de corte (aproximadamente 1.200 nm) del espectrómetro también se indica en la figura 5.

Cuando las fuentes de luz primera y segunda se encienden simultáneamente, la luz de ambas fuentes de luz alcanza el divisor de haz y se divide en una primera porción que consiste sustancialmente en una longitud de onda más baja que dicha longitud de onda de corte, y una segunda porción que consiste sustancialmente en una longitud de onda más larga que dicha longitud de onda de corte. La primera porción se refleja por dicho divisor de haz hacia el primer detector, y la segunda porción se transmite por dicho divisor de haz hacia dicho segundo detector. En otras palabras, sustancialmente solo la luz de dicha primera fuente de luz se transmite a dicho primer detector, y sustancialmente solo la luz de dicha segunda fuente de luz se transmite a dicho segundo detector.

En la práctica, en dicha primera porción hay longitudes de onda que son más largas que dicha longitud de onda de corte, y en dicha segunda porción hay longitudes de onda que son más cortas que dicha longitud de onda de corte, debido a las características del filtro y el divisor de haz.

Sin embargo, cuando se observa el contenido de energía de la primera porción, una parte importante del contenido de energía se constituye por longitudes de onda más cortas que la longitud de onda de corte, y una parte menor del contenido de energía se constituye por longitudes de onda más largas que la longitud de onda de corte. El contenido de energía se calcula mediante el uso de la fórmula $E = hc/\lambda$, donde E es la energía de un fotón, h es la constante de Planck y c es la velocidad de la luz. Más detalladamente, más del 80 %, o más del 90 %, o más del 95 %, del contenido de energía se constituye por longitudes de onda más cortas que la longitud de onda de corte.

Además, cuando se observa el contenido de energía de la segunda porción, una mayor parte del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más largas que la longitud de onda de corte, y una parte menor del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más cortas que la longitud de onda de corte. Con más detalle, más del 80 %, o más del 90 %, o más del 95 %, del contenido de energía se constituye por longitudes de onda que son más largas que la longitud de onda de corte.

Una iluminación de dicho flujo de materia de lado a lado incluye, entre otros, una iluminación que es ortogonal a la dirección de transporte de dicho flujo de materia. Como se indica en la figura 3, una iluminación de dicho flujo de materia de lado a lado puede desplazarse de una iluminación ortogonal, por ejemplo, 25°.

La figura 4 ilustra una solicitud del aparato descrito anteriormente. La luz reflejada por un flujo de materia se recibe por un elemento divisor de haz 140, y se divide en dos porciones que dependen de la longitud de onda, y cada porción se envía a un detector respectivo 131, 132. En base a las propiedades determinadas por el detector respectivo y analizadas por un aparato de procesamiento 410; los objetos 10 en el flujo de materia se clasifican en un primer o un segundo recipiente 431, 432 mediante el uso de un aparato de clasificación 420 que utiliza aire a presión. Es decir, cuando un objeto se va a colocar en el recipiente derecho, se emite una bocanada de aire que empuja el objeto hacia el recipiente derecho.

En otras palabras, se proporciona un sistema que comprende un aparato dispuesto como se describe, por ejemplo, en relación con las figuras 1-3. Además, el flujo de materia a inspeccionar comprende objetos 10, y dicho sistema comprende además medios de procesamiento 410 adaptados para recibir datos de detección de dicho primer detector y dicho segundo detector 131; 132 y para transformar esto en datos de clasificación; y medios de eliminación 420 adaptados para recibir datos de clasificación de dichos medios de procesamiento y para eliminar

objetos de dicho flujo de materia en dependencia de dichos datos de clasificación. Los datos de clasificación pueden ser, por ejemplo, indicativos de si los objetos deben colocarse en el recipiente izquierdo o derecho 431, 432. Además, los objetos que se eliminan podrían dirigirse a uno común o, alternativamente, a varios puntos diferentes que dependen de los datos de detección.

5 El experto en la técnica se dará cuenta de que la presente invención no se limita en modo alguno a las realizaciones descritas anteriormente. Por lo tanto, son posibles muchas variaciones y modificaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

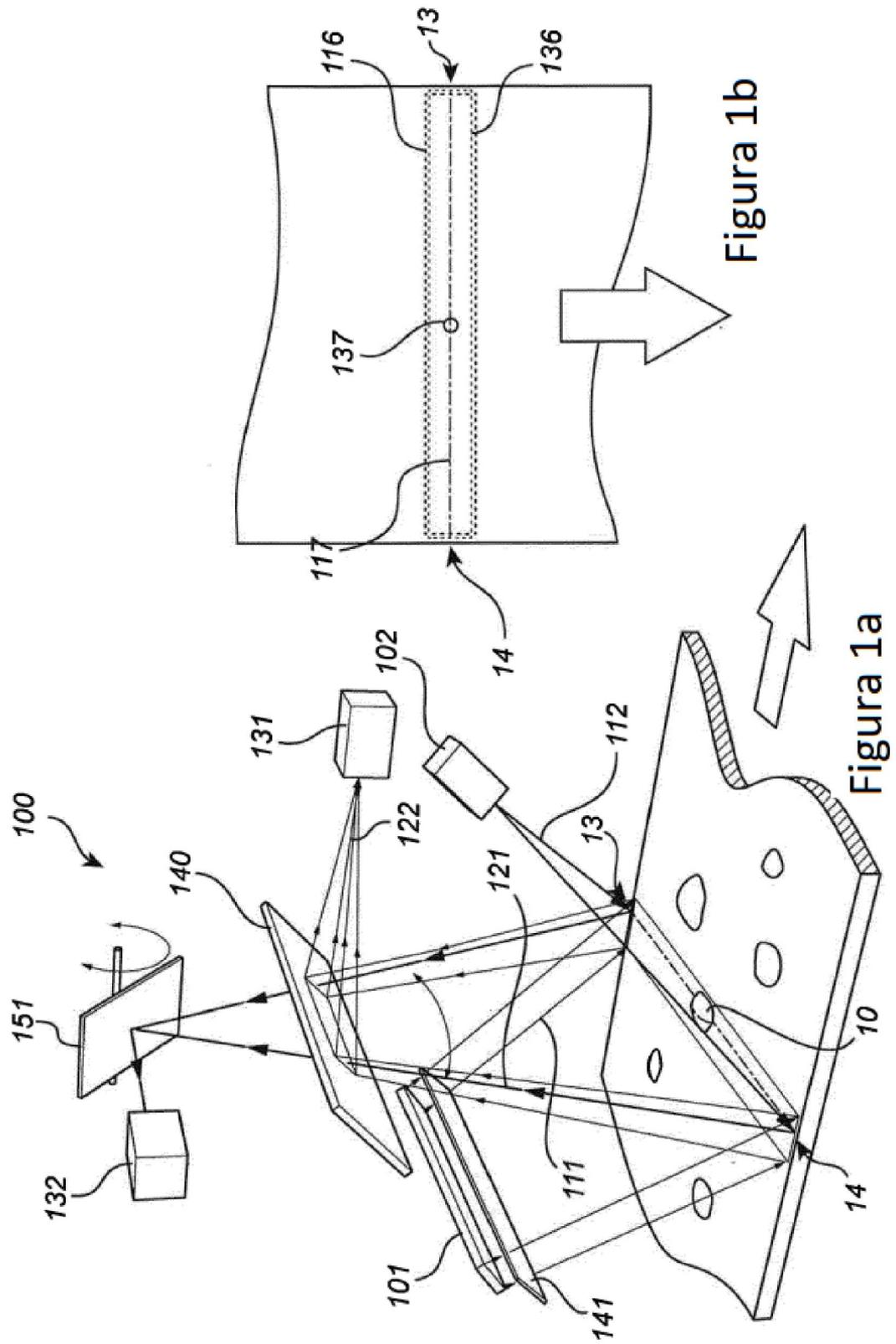
10 Por ejemplo, la iluminación puede disponerse debajo del flujo de materia en lugar de encima de ella, siempre que el transportador sea transparente. El transportador puede reemplazarse por una rampa o un camino de caída libre. El elemento de escaneo puede disponerse entre dicho divisor de haz y dicho segundo detector, en una trayectoria de luz que se redirige por dicho elemento de división de haz, es decir, en una trayectoria de luz que no es paralela a dicho primer eje óptico. Además, pueden utilizarse fuentes de luz y detectores adicionales, que tengan una configuración similar a la descrita anteriormente, es decir, donde la luz pasa el espejo dichroico antes de llegar al detector. Además, las combinaciones de fuentes de luz y detectores pueden elegirse libremente, siempre que se empleen los principios descritos en la presente memoria.

15

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para inspeccionar un flujo de materia (10), comprendiendo el aparato:
- 5 - una primera fuente de luz (101) que se adapta para emitir un primer haz de luz (111) que comprende longitudes de onda dentro de un primer rango de longitud de onda ($\lambda_{1a}-\lambda_{1b}$), para iluminar dicho flujo de materia de lado a lado y,
 - un primer detector (131) dispuesto para recibir dicho primer haz de luz (111) después de que se refleja contra dicho flujo de materia (10) en una primera área de detección (136),
 - 10 - una segunda fuente de luz (102) adaptada para emitir un segundo haz de luz (112) que comprende longitudes de onda dentro de un segundo rango de longitud de onda ($\lambda_{2a}-\lambda_{2b}$), para iluminar dicho flujo de materia en un área iluminada (117), en la que cualquier longitud de onda (λ_1) en dicho primer rango de longitud de onda es diferente de cualquier longitud de onda (λ_2) en dicho segundo rango de longitud de onda
 - un segundo detector (132) dispuesto para recibir dicho segundo haz de luz (112) después de que se refleja contra dicho flujo de materia (10) en una segunda área de detección (137),
 - 15 - un primer elemento de escaneo (151) dispuesto entre dicho flujo de materia (10) y dicho segundo detector (132) y adaptado para redirigir dicha segunda área de detección (137) de lado a lado a través de dicho flujo de materia, que comprende, además:
 - un elemento divisor de haz (140) dispuesto para recibir dicho primer haz de luz (111), después de que dicho primer haz de luz se refleja contra dicha materia a lo largo de un primer eje óptico (121), y dispuesto para recibir dicho segundo haz de luz (112), después de que dicho segundo haz de luz se refleja contra dicha materia también a lo largo de dicho primer eje óptico (121),
 - 20 en el que dicho elemento de división del haz (140) se adapta para guiar dicho primer haz de luz reflejado (111) hacia dicho primer detector (131) y para guiar dicho segundo haz de luz reflejado (112) hacia dicho segundo detector (132) al redirigir uno de dichos primer haz de luz reflejado y dicho segundo haz de luz reflejado a lo largo de un segundo eje óptico (122) no paralelo a dicho primer eje óptico (121),
 - 25 el aparato se **caracteriza porque** dicho elemento de escaneo (151) se dispone entre dicho elemento de división del haz (140) y dicho segundo detector (132) para recibir solo dicho segundo haz de luz reflejado de dichos primer y segundo haces de luz reflejados.
- 30 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha segunda fuente de luz (102) se adapta para iluminar dicho flujo de materia (10) simultáneamente de lado a lado.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un primer elemento de redireccionamiento dispuesto para recibir dicho segundo haz de luz (112) desde dicha segunda fuente de luz (102) y que se adapta para redirigir dicho segundo haz de luz para iluminar mediante el barrido dicho flujo de lado a lado.
- 35 4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicho elemento de redireccionamiento y dicho primer elemento de escaneo son uno y el mismo.
- 40 5. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un segundo elemento de escaneo dispuesto entre dicho flujo de materia (10) y dicho primer detector (131), al estar dicho segundo elemento de escaneo adaptado para redirigir dicha primera área de detección (136) de lado a lado a través de dicho flujo de materia.
- 45 6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además un segundo elemento de redireccionamiento adaptado para recibir dicho primer haz de luz (111) desde dicha primera fuente de luz (101) y para redirigir dicho primer haz de luz para iluminar mediante el barrido dicho flujo de lado a lado.
- 50 7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicha primera fuente de luz (101) se adapta para iluminar dicho flujo de materia (10) simultáneamente de lado a lado.
8. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento de división del haz (140) se adapta para guiar dicho segundo haz de luz reflejado (112) hacia dicho segundo detector (132) a lo largo de un segundo eje óptico y para guiar dicho primer haz de luz reflejado (111) hacia dicho primer detector (131) a lo largo de un tercer eje óptico, y en el que el ángulo entre dicho segundo eje óptico (122) y dicho tercer eje óptico (121) está entre 20° a 160°, o entre 60° a 120°, o entre 80° a 100°.
- 55 9. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho elemento de escaneo es uno de un espejo poligonal y un espejo basculante.
- 60 10. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha primera fuente de luz se selecciona de un grupo que comprende láseres, láseres supercontinuos, lámparas halógenas, diodos emisores de luz, tubos fluorescentes y combinaciones de los mismos.

11. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha segunda fuente de luz se selecciona de un grupo que comprende lámparas halógenas, diodos emisores de luz, láseres y láseres supercontinuos y combinaciones de los mismos.
- 5 12. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera fuente de luz se adapta para emitir un primer espectro y dicha segunda fuente de luz se adapta para emitir un segundo espectro, en el que dichos primer y segundo espectros se superponen parcialmente.
- 10 13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho aparato comprende además un elemento filtrante (141) dispuesto entre dicha segunda fuente de luz (102) y dicha materia a clasificar (10), cuyo elemento filtrante se adapta para bloquear la longitud de onda dentro de dicho primer rango de longitud de onda. ($\lambda_{1a}-\lambda_{1b}$).
- 15 14. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho divisor de haz es un espejo dicróico.
- 15 15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer detector es uno de un detector de línea y un detector de área.
- 20 16. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho primer rango de longitud de onda ($\lambda_{1a}-\lambda_{1b}$) se refleja en dicho elemento de división del haz (140), y dicho segundo rango de longitud de onda ($\lambda_{2a}-\lambda_{2b}$) se transmite por dicho elemento de división del haz (140).
- 25 17. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las longitudes de onda en dicho primer rango de longitud de onda son más cortas que la longitud de onda en dicho segundo rango de longitud de onda ($\lambda_{1b} < \lambda_{2a}$).
- 30 18. Un sistema que comprende un primer y un segundo aparato, cada uno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer aparato se adapta para inspeccionar una primera porción de dicho flujo, y dicho segundo aparato se adapta para inspeccionar una segunda porción de dicho flujo, dicha primera y segunda porciones se superponen solo en parte.
- 35 19. Un sistema que comprende un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores y medios de transporte para transportar el flujo de materia, dichos medios de transporte incluyen preferentemente al menos una de una cinta transportadora, una rampa y un camino de caída libre.
- 40 20. Un sistema que comprende un primer y un segundo aparato, cada uno de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer aparato se adapta para inspeccionar una primera cara de dicho flujo, y dicho segundo aparato se adapta para inspeccionar una segunda cara de dicho flujo, dicha primera y segunda caras son caras opuestas de dicho flujo.
- 45 21. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 20, en el que el área inspeccionada por dicho primer y segundo aparato son adyacentes entre sí.
- 50 22. Un sistema que comprende un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho flujo de materia comprende objetos (10), y dicho sistema comprende, además
- medios de procesamiento (410) adaptados para recibir datos de detección de dicho primer detector y dicho segundo detector (131, 132) y para transformar dichos datos de detección en datos de clasificación; y
 - medios de eliminación (420) adaptados para recibir datos de clasificación de dichos medios de procesamiento y para eliminar objetos de dicho flujo de materia en dependencia de dichos datos de clasificación.



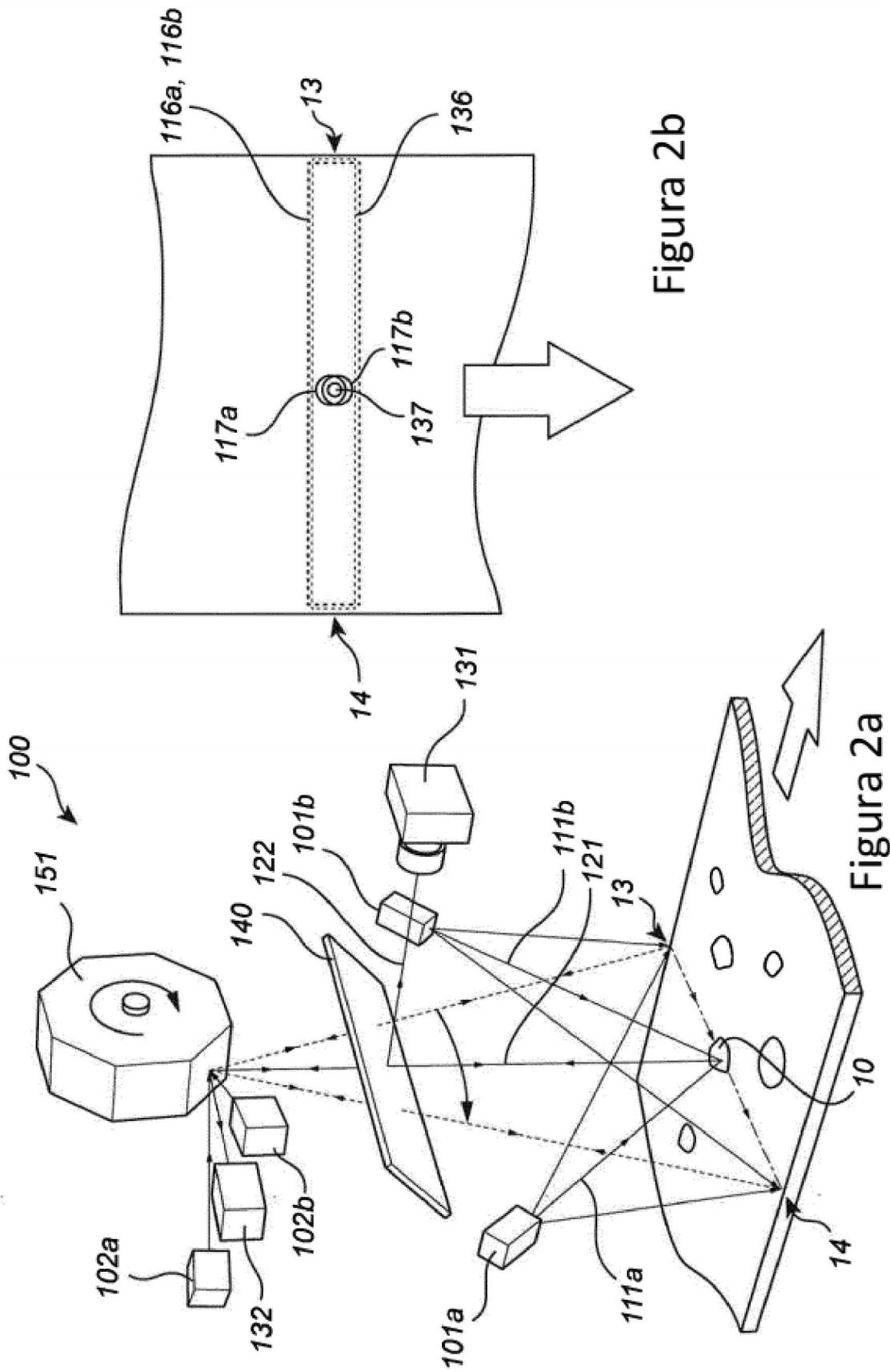


Figura 2b

Figura 2a

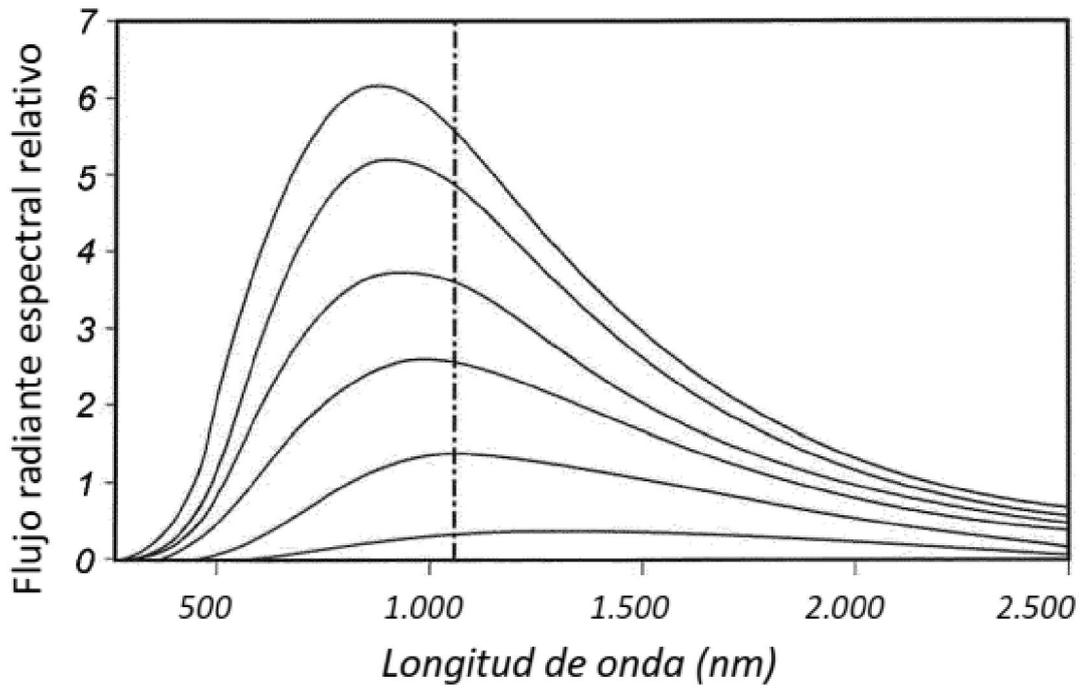


Figura 5

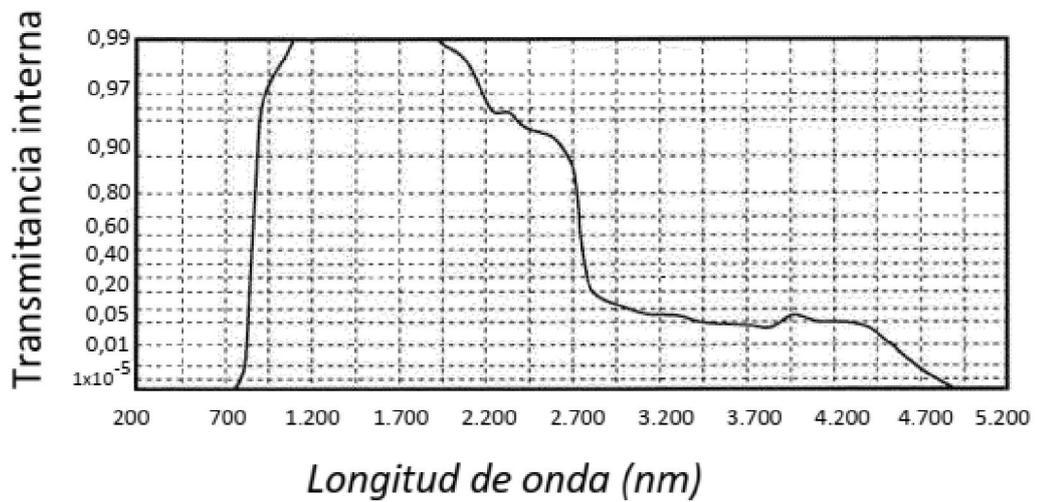


Figura 6

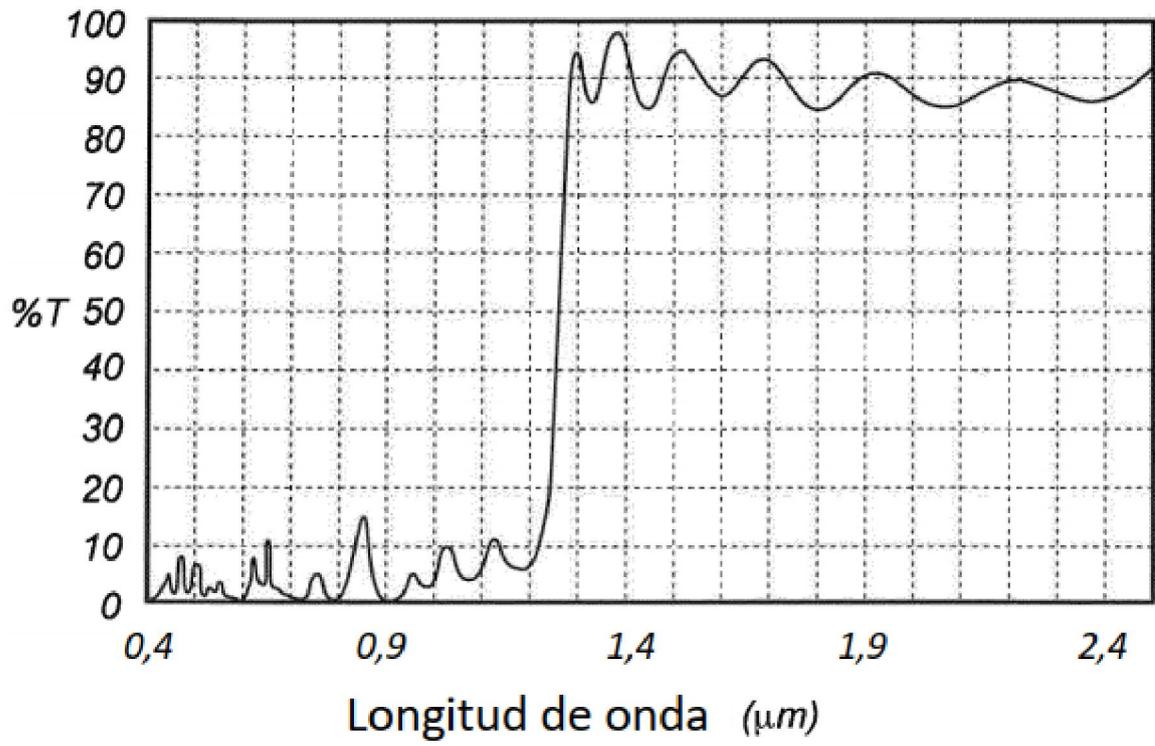


Figura 7