



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 337 025**

51 Int. Cl.:
B07C 5/342 (2006.01)
G01N 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01986762 .1**
96 Fecha de presentación : **11.10.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1332353**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.08.2003**

54 Título: **Aparato y método para explorar productos con un haz de luz para detectar y eliminar impurezas o anomalías en una corriente de transporte de productos.**

30 Prioridad: **11.10.2000 US 686581**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.04.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.04.2010

73 Titular/es: **Best N.V.**
Research Park Haasrode, Romeninse Straat 20
3001 Heverlee, BE

72 Inventor/es: **Ruymen, Marc, J. y**
Berghmans, Paul, C.

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 337 025 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 y método para explorar productos con un haz de luz para detectar y eliminar impurezas o anomalías en una corriente de transporte de productos.

Sector técnico al que pertenece la invención

La presente invención se refiere a un aparato y a un método para explorar o escanear con un haz de luz cualquier tipo de productos transportados, particularmente con un haz de láser, para detectar y eliminar impurezas o elementos anómalos en la corriente de productos.

Los dispositivos de exploración o seleccionadores láser son conocidos en la técnica. Por ejemplo, Belgian Electronic Sorting Technology (BEST) fabrica y comercializa (no en los EE.UU.) seleccionadores láser identificados con LS9000 y ARGUS. El LS9000 utiliza una combinación de láseres para producir haces estrechos de luz para detectar incluso variaciones mínimas entre productos según su estructura y/o color. Otra compañía, Barco, fabrica y vende una línea de máquinas de selección láser que incluye los modelos ES6000i y ESV1720, que se anuncian como capaces de seleccionar los productos según su color y textura. Los principios fundamentales de la tecnología de selección por láser son bien conocidos y comprendidos por los expertos en la técnica.

El documento WO 92/14556 da a conocer un aparato para seleccionar minerales a partir de un material mineral asociado en el cual se dirige un haz de luz irradiada de una longitud de onda determinada hacia los productos, y subsiguientemente éstos emiten una luz de longitud de onda diferente que es detectada para seleccionar los productos. La emisión Raman de los productos es detectada mediante dos detectores, a la vez que éstos se protegen de la radiación del haz de luz irradiadora mediante un filtro.

Las patentes U.S. n° 4.634.881 y 4.723.659 describen y reivindican realizaciones de seleccionadores láser. La patente '881 describe un dispositivo que utiliza un láser para dirigir un haz de luz concentrado en un patrón de exploración a través del cual se transportan cuerpos translúcidos. Un dispositivo de fondo separado del láser es iluminado por una fuente de luz separada e independiente del haz láser. Un receptor recibe la luz reflejada desde el dispositivo de fondo y de los cuerpos translúcidos que se mueven a través del haz láser de exploración, así como la luz de la fuente de luz independiente que ilumina el dispositivo de fondo. El receptor produce una señal de salida que cambia cuando una impureza entra en el haz de luz de exploración concentrado. Esta señal se utiliza para accionar un dispositivo que elimina la impureza de la corriente de cuerpos translúcidos.

La patente '659 se refiere a un dispositivo similar e incluye dispositivos de transporte para mover una serie de hileras de cuerpos translúcidos, tales como patatas fritas cortadas, a través de un haz de luz. Los dispositivos de transporte están configurados para mover hileras paralelas de cuerpos translúcidos simultáneamente a través del trayecto del haz de luz. El elemento de fondo no se ilumina de forma separada y está formado por un material que provoca que la luz incidente del láser se difunda dentro del elemento de fondo de forma similar a la difusión de la luz en el cuerpo translúcido. Un receptor posee un campo de visión mayor que el área en sección transversal del haz de luz y recibe la luz reflejada desde el elemento de fondo y desde los cuerpos translúcidos que se mueven a través del haz de luz. El receptor está fabricado de forma que es insensible a la luz en la parte de su campo de visión que se corresponde con el punto de incidencia del haz de luz sobre los cuerpos translúcidos. El receptor incluye un detector fotosensible en el que el punto del centro óptico del detector se vuelve ciego mediante una mancha posterior, de manera que el detector no "verá" la luz reflejada desde el punto de incidencia del haz láser sobre los cuerpos translúcidos. La patente describe que el detector también puede recibir luz reflejada desde un espejo que posee un pequeño orificio definido a través del mismo que se corresponde con el punto de incidencia del haz láser sobre los cuerpos translúcidos. De este modo, la luz reflejada desde el punto de incidencia pasa a través del pequeño orificio en el espejo y no es reflejado hacia el detector.

La presente invención se refiere a una mejoría de los sistemas y métodos conocidos de selección y exploración de productos con haces láser y da a conocer ventajas definidas sobre los sistemas y métodos convencionales.

Objetivos y resumen de la invención

Es un objetivo primario de la presente invención dar a conocer una máquina y método de selección por láser mejorados.

También es un objetivo principal de la presente invención dar a conocer una máquina y método de selección por láser que puede seleccionar diversos tipos de productos mediante una combinación de señales diferentes de manera que los productos pueden seleccionarse por su color, estructura, o una combinación de color y estructura.

Objetivos y ventajas adicionales de la presente invención se expondrán en parte en la descripción siguiente o serán obvias a partir de la descripción o podrán aprenderse mediante la práctica de la invención.

De acuerdo con la presente invención, se da a conocer un aparato para la selección de productos que se mueven a través de una zona de detección en la que se desean detectar y eliminar anomalías o elementos extraños de la corriente de productos. La invención no está limitada a su utilización en un tipo particular de producto, y es particularmente

ES 2 337 025 T3

útil para explorar productos alimentarios, tales como uvas pasas, vegetales, frutos secos, crustáceos etc. La presente invención es útil en cualquier aplicación en la cual puedan detectarse productos anómalos o elementos extraños en la corriente de productos por diferencias en textura y/o color.

5 El aparato incluye una fuente de luz, preferentemente al menos un láser o una combinación de láseres. La fuente de luz dirige un haz de luz concentrado que posee un área en sección transversal relativamente pequeñas hacia una zona de exploración. Los productos se mueven a través del área de exploración y son incididos por el haz de luz. Los productos pueden ser transportados o propulsados a través del área de exploración mediante dispositivos diversos. Por ejemplo, en una configuración en “caída libre”, se permite que los productos explorados “caigan” desde una mesa
10 vibradora o “agitadora”. Los productos caen libremente esencialmente a lo largo de su trayectoria natural a través de la zona de exploración. En una realización alternativa, los productos son propulsados a través de la zona de exploración en una configuración en “vuelo libre” en la cual un transportador que se mueve a una velocidad relativamente elevada propulsa los objetos a través de la zona de exploración.

15 La luz reflejada desde los productos incluye luz directamente reflejada desde el punto de incidencia del haz de luz sobre los productos y luz reflejada de forma difusa desde el área que circunda el punto de incidencia debido a la difusión o dispersión del haz de luz dentro del producto. El grado de difusión de la luz dentro del producto depende de la translucidez del mismo. Por ejemplo, si el cuerpo explorado es un cuerpo relativamente no translúcido (como algunas piedras), se difundirá relativamente poca luz dentro del producto y substancialmente toda la luz reflejada es
20 reflejada directamente desde el punto de incidencia del haz de luz sobre el producto. Por el contrario, si el producto explorado es un cuerpo relativamente translúcido (tal como ciertos productos alimentarios), una gran parte de la luz incidente se difundirá dentro del cuerpo translúcido y se reflejará como luz difundida o dispersada desde el área circundante al punto de incidencia.

25 Pueden proporcionarse y utilizarse una serie de fuentes y detectores de luz de diferentes longitudes de onda (color) según la función de selección deseada. Por ejemplo, pueden proporcionarse láseres de color visible específicos y sus detectores correspondientes para seleccionar los productos solamente por color. Pueden proporcionarse otros láseres (es decir infrarrojos) y sus detectores correspondientes solos o combinados con los detectores “de color” para seleccionar por estructura.

30 En una realización, se dispone un primer detector para recibir la luz reflejada desde los productos explorados. El primer detector posee un campo de visión mayor que el área en sección transversal del haz de luz de manera que es sensible a substancialmente toda la luz directa y difundida reflejada desde los productos. El primer detector genera una primera señal que corresponde al total de luz reflejada (directa y difundida) recibida.

35 Se dispone un segundo detector para recibir la luz reflejada desde los productos. El segundo detector posee un campo de visión diferente (“segundo”) generalmente igual al área en sección transversal del haz de luz. De este modo, el segundo detector es sensible substancialmente a solamente la luz directa reflejada desde los productos y genera una segunda señal correspondiente a la misma.

40 Se proporciona un circuito de control en comunicación operativa con el primer y segundo detectores para recibir la primera y segunda señales. El circuito de control genera señales de control basadas en o bien las señales individualmente o en una diferencia de las señales para seleccionar los productos explorados mediante una determinada combinación de color y textura dependiendo de la exacta señal o combinación de señales utilizada.

45 Puede utilizarse un divisor de haces en sentido ascendente del primer y segundo dispositivos de detección. El divisor de haces se dispone para dividir la luz reflejada desde los productos en un primer haz dirigido al primer detector y un segundo haz dirigido al segundo detector.

50 Por ejemplo, puede disponerse un divisor de haz de polarización entre la zona de exploración y los dispositivos de detección. El divisor de haces polarizador polariza de forma cruzada la luz reflejada recibida desde los productos respecto a una polarización determinada del haz de luz incidente y dirige la luz polarizada de forma cruzada hacia los detectores. La luz reflejada recibida desde los productos que posee la misma polarización que el haz de luz generalmente no contiene información útil y pasará a través del divisor de haces y será enviada lejos de los detectores.
55

La configuración en un primer y un segundo detectores puede utilizarse con un láser para seleccionar por estructura solamente, o en combinación con láseres de otra longitud de onda y sus detectores correspondientes para proporcionar la prestación adicional de selección por color. La configuración en un primer y segundo detectores también puede
60 utilizarse para seleccionar por color además de seleccionar por estructura, tal como se comenta en mayor detalle en el presente documento. Debe apreciarse que puede configurarse cualquier combinación de láseres, espejos, lentes de enfoque y divisores de haz para analizar el haz de luz reflejado mediante una serie de tipos de detector diferentes para seleccionar por color y/o estructura.

65 El aparato también incluye preferentemente un mecanismo de eliminación, tal como un banco de eyectores de aire dispuesto generalmente de lado a lado de la zona de exploración, controlado por el circuito de control y que actúa en respuesta a las señales de control para eliminar los objetos no deseados o anomalías de los productos explorados. Por ejemplo, en la realización en la que el mecanismo de eliminación comprende un banco de eyectores de aire, los

eyectores de aire se disponen en número y ubicación capaz de eliminar un objeto de los productos de cualquier punto a lo largo de la anchura de la zona de exploración del haz de luz.

La zona de exploración puede definirse mediante un espejo poliédrico giratorio dispuesto entre la fuente de luz y la zona de detección. El espejo dirige el haz de luz con un patrón de exploración de alta velocidad que define la anchura de la zona de exploración. El aparato y método de acuerdo con la presente invención se describirán en mayor detalle a continuación utilizando las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un seleccionador láser de acuerdo con la presente invención;

la Figura 2 es una vista operativa que muestra las características básicas del seleccionador láser de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 2a es una vista operativa que muestra las características básicas de una realización alternativa del seleccionador láser de acuerdo con la invención;

la Figura 3 muestra los principios operativos del sistema de acuerdo con la presente invención;

la Figura 4 es un esquema que muestra los principios de funcionamiento del seleccionador láser de acuerdo con la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama que muestra un principio operativo de la presente invención; y

la Figura 6 es un diagrama que muestra los componentes de una realización del paquete de óptica de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones actualmente preferentes de la presente invención, uno o más ejemplos de las cuales se muestran en los dibujos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación de la invención y no suponen limitación alguna de la misma. Por ejemplo, las características mostradas o descritas como parte de una realización pueden ser utilizadas en otra realización para dar lugar a una realización adicional. Se pretende que la presente solicitud incluya aquellas modificaciones y variaciones que se hallen dentro del alcance y espíritu de la presente invención.

Las solicitudes PCT publicadas WO 98/31477 y WO 98/44335 se refieren a características y sistemas que pueden utilizarse en la presente invención.

En referencia a las Figuras 1-3 en general, se muestran realizaciones de un aparato (10), particularmente un seleccionador láser, de acuerdo con la invención. Debe apreciarse que el aparato (10) no está limitado en su campo de aplicación, y posee aplicaciones en cualquier ámbito en el que se deseen detectar y seleccionar elementos extraños o no deseados en una corriente de productos transportada, o para seleccionar productos según diferencias estructurales y/o de color. El aparato (10) es particularmente útil en el sector del procesamiento de productos alimentarios en el cual la utilización de seleccionadores láser es bien conocida.

Las Figuras 1-3 muestran los componentes físicos básicos de un seleccionador láser de acuerdo con la invención. El aparato (10) puede incluir una caja (60) y elementos de marco (58) para alojar y dar soporte a los diversos componentes. Los elementos de marco (58) y la caja (60) pueden poseer cualquier configuración que cumpla con su función prevista.

Los paquetes de óptica (54), (56) son características importantes de la invención y se describirán en detalle a continuación. En la realización mostrada, se proporcionan el paquete de óptica frontal (54) y el paquete de óptica posterior (56) para explorar los productos (12) en dos direcciones. Sin embargo, un paquete de óptica y su circuito de control asociado es todo lo necesario. Cada paquete de óptica incluye al menos una fuente generadora de haces de luz (18), preferentemente al menos un generador de haces láser (20). Puede utilizarse cualquier combinación de generadores de haces láser dependiendo del ámbito de exploración previsto para el aparato (10). El número de láseres y sus respectivas longitudes de onda (color) dependen de la aplicación (selección por color y/o estructura) y de los productos a explorar. La fuente de luz (láser o láseres) (20) produce un haz de luz (22) relativamente estrecho con una única polarización, o una combinación de estos haces, para detectar variaciones entre los productos (12) según su estructura y/o color.

Se proporciona un dispositivo de transporte (36) para transportar una corriente de productos (12) generalmente estable a través de una zona de exploración o detección (14) donde los productos son explorados por el haz o haces de luz. En la realización mostrada en las Figuras 1-2, el dispositivo de transporte (36) incluye una mesa de vibración o "agitadora" montada sobre los muelles (44) u otros dispositivos elásticos. Se incorpora un vibrador (42) con la mesa (38) para impartir un movimiento de "agitación" relativamente constante que provoca que los productos (12) se

ES 2 337 025 T3

muevan de forma aleatoria hacia la superficie de distribución (40). Se deja que los productos “caigan libremente” del borde de la mesa (38) y sigan su trayectoria natural debida a la gravedad a través de la zona de exploración (14).

5 Puede ser deseable proporcionar una superficie de distribución (40) en la trayectoria de caída libre. Esta superficie (40) es un elemento estático que es generalmente convexo al menos en un parte del mismo en la dirección de desplazamiento de los productos (12), siendo la curvatura de la parte convexa igual o ligeramente inferior a la trayectoria de caída libre, que seguirán los productos (12), de otro modo, una vez que caen desde el extremo de la mesa (38). La forma de la superficie (40) y la acción vibradora de la mesa (38) garantizan que los productos (12) dejen la superficie (40) y pasen a través de la zona de detección (14) en forma de una capa única con substancialmente el grosor de
10 sólo un producto (12). En la solicitud PCT publicada WO 98/31477 se proporciona una explicación detallada de la superficie de distribución (40).

15 La Figura 2a muestra una realización alternativa en la que los productos (12) son transportados a lo largo de un transportador (46) que se mueve a una velocidad tal que “propulsa” los productos en “vuelo libre” a través de la zona de detección (14). En esta realización, el paquete de óptica (54) se coloca de manera que los productos (12) pasan a través del haz de luz de exploración mientras se mueven a lo largo de su trayectoria de “vuelo libre”.

20 Los productos pasan a través de la zona de exploración (14) donde son explorados desde o bien uno o bien ambos lados por una combinación de láseres (20) (por ejemplo, tres láseres por lado) a una velocidad de exploración elevada, por ejemplo a una velocidad de hasta 2.000 exploraciones por segundo. Tal como se ha mencionado, el número de láseres (20) y sus longitudes de onda (color) respectivas dependen de la aplicación y de los productos a explorar.

25 Inmediatamente por debajo de la zona de detección (14) se dispone un dispositivo de eliminación (48) para eliminar los elementos extraños detectados o los productos “rechazados” (16) de la corriente de productos (12). En las realizaciones mostradas, el dispositivo de eliminación (48) está definido por un banco (50) de toberas de eyección de aire alimentadas por una fuente de aire comprimido (u otro gas o fluido) (52). Con este tipo de dispositivo de eliminación, se disponen una serie de toberas de eyección de aire adyacentes por debajo y a través de la zona de detección (14). Tal como se explica con mayor detalle más adelante, si el circuito de control detecta que un elemento extraño o producto anómalo ha pasado a través de la zona de exploración, se acciona o accionan la tobera o toberas de eyección
30 de aire correspondientes a la situación del cuerpo extraño o producto anómalo dentro de la anchura de la zona de exploración (14), de manera que emiten una corriente de gas a presión relativamente alta en un momento determinado por el circuito de control que se corresponde con el momento en el cual el cuerpo extraño o producto anómalo pasa por la tobera o toberas de eyección de aire, de manera que el gas a presión relativamente alta incide sobre el cuerpo extraño (16) dentro de una rampa de eliminación (30) y desvía el mismo. Se permite que los productos “buenos” (12)
35 sigan su trayectoria dentro de una rampa de aceptación (26) para su procesamiento ulterior. Las rampas pueden estar definidas por cualquier estructura, por ejemplo mediante placas de división simple (28).

40 La operación de exploración y detección se muestra conceptualmente en la Figura 3. Debe apreciarse que la combinación de elementos mostrada en la Figura 3 se solamente un ejemplo de una realización de la presente invención. Los expertos en la técnica pueden idear otras configuraciones de trabajo dentro del alcance y espíritu de la presente invención. Cada láser (20) produce un haz concentrado (22) de luz que pasa a través de un divisor de haz de polarización (88). Si se utiliza más de un láser, pueden combinarse sus respectivos haces de luz (22) en un espejo dicróico en sentido ascendente del divisor de haz de polarización (88), produciendo un haz de luz (22) de colores diferentes (longitudes de onda). Los principios operativos del divisor de haz de polarización son conocidos por los expertos en
45 la técnica y no es necesaria una explicación detallada de los mismos a efectos de la presente descripción. En general, aunque la luz láser ya se encuentra polarizada, y aunque la polarización del haz de luz (22) está orientada de modo que se corresponde con la dirección de polarización de transmisión del divisor de haces, cualquier anomalía o imperfección en la polarización del haz de luz (22) es eliminada al pasar el haz de luz (22) a través del divisor de haz de polarización (88). El haz de luz (22) que sale del divisor de haz de polarización (88) se dirige hacia un espejo poligonal giratorio de alta velocidad (90).
50

El espejo poligonal giratorio de alta velocidad (90) dirige el haz o haces de luz con un patrón de exploración (23) sobre la anchura completa de la zona de exploración (14) hacia un elemento de referencia o de fondo (24). Puede ser preferible utilizar una compuerta de luz (25) (Figura 6) entre el espejo poligonal (90) y el elemento de fondo
55 (24). Esta compuerta de luz (25) se describe en detalle en la solicitud PCT publicada WO 98144335. En general, la compuerta de luz (25) garantiza que la luz reflejada hacia los detectores desde los cuerpos explorados es “independiente” de la posición de los cuerpos en el patrón de exploración del haz o haces de luz (22). De este modo, se obtiene una sensibilidad substancialmente uniforme de los productos explorados a través de toda la anchura del patrón de exploración (23). La compuerta de luz (25) puede diseñarse en forma de un diafragma que posee una abertura que se estrecha en la dirección del punto de mayor reflexión de la luz desde los elementos explorados (generalmente en el medio del patrón de exploración (23)). Esta abertura se dispone en un plano perpendicular al plano en el cual se mueve el haz de luz (22). La forma y tamaño de la abertura en diafragma se escogen de manera que siempre que el haz de luz (22) se dirige hacia los productos, la señal generada por los detectores que reciben la luz “devuelta” por los productos explorados es independiente de la posición de los productos dentro del patrón de exploración (23) del haz
60 de luz (22).
65

El elemento de fondo (24) puede fabricarse de diversos materiales dependiendo del tipo de objetos a explorar, y es preferentemente de un color y una translucidez generalmente similar al color y translucidez deseados del producto (12)

ES 2 337 025 T3

en concreto a explorar. Los productos (12) a explorar pasan a través de la zona de exploración (14) entre el elemento de fondo (24) y el espejo (90).

En la zona de exploración (14) el haz o haces de luz impactan sobre los productos (12) y una parte de la luz es reflejada hacia el espejo (90) y el divisor de haz de polarización (88). La luz reflejada contiene luz que posee la misma polarización que el haz de luz incidente y luz de polarizaciones perpendiculares procedentes de los cuerpos explorados. La luz con la misma polarización no es particularmente útil para el circuito de procesamiento y puede incluso enmascarar cierta información útil sobre los productos explorados. El divisor de haz de polarización (88) dividirá la luz reflejada en dos direcciones de polarización, una que posee la misma polarización que la luz láser incidente, cuya polarización inicialmente se ha alineado adicionalmente mediante el paso del haz concentrado (22) inicial de luz del láser (20) a través del mismo divisor (88) de haz de polarización, y otro que posee una polarización de 90 grados (luz polarizada cruzada) respecto a la luz láser incidente. La misma luz reflejada polarizada se deja pasar directamente a través del divisor de haz (88) y no se utiliza adicionalmente. De este modo, puede concebirse que el divisor de haz de polarización (88) actúe como una función de “filtrado” dado que filtra la luz con la misma polarización a partir de la luz reflejada.

La luz polarizada cruzada procedente del divisor de haces (88) es dirigida a la lente de enfoque (92) y a continuación a un divisor de haces no polarizante (82) (a veces referido en la técnica como “divisor de haces 50/50”). El divisor de haces (82) deja pasar aproximadamente el 50% de la luz reflejada polarizada cruzada (84) a un primer detector (62), y aproximadamente el 50% ((86)) a un segundo detector (66). El campo completo de luz polarizada cruzada es dirigido a ambos detectores (62) y (66) pero con la mitad de la magnitud o potencia de la luz que pasa a través de la lente de enfoque (92).

Cada uno de los detectores (62) y (66) posee un campo de visión diferente. El primer detector (62) posee un campo de visión con un diámetro suficientemente grande para que esencialmente toda la luz polarizada cruzada reflejada desde los productos explorados, incluyendo la luz difundida dentro de productos translúcidos (luz dispersada) y la luz central relativamente intensa reflejada desde el punto de incidencia de la luz láser incidente sobre el producto. El campo de visión del primer detector (62) está definido por un elemento de definición (74) aguas arriba, tal como una placa o un diafragma (76) que posee una abertura u orificio relativamente grande definido a su través con un diámetro que define de este modo el diámetro del campo de visión. El primer detector (62) produce una señal de control “B” proporcional a la totalidad del campo de luz polarizada cruzada reflejada. La señal “B” se pasa a un amplificador operativo de ganancia ajustable (94) que produce una señal de control ajustada “K₂B”.

El segundo detector (66) posee un campo de visión correspondiente en tamaño esencialmente al diámetro transversal del haz de luz de exploración incidente. De este modo el detector (66) solamente es sensible a la luz directa relativamente intensa reflejada desde el punto de impacto del haz de luz incidente sobre los productos. El campo de visión del segundo detector (66) está definido por un elemento de definición (78) en sentido ascendente, tal como una placa o diafragma (80) que posee un orificio o abertura definido a través del mismo con un diámetro que se corresponde con el del diámetro transversal del haz de luz láser incidente. El segundo detector (66) produce una señal de salida “A” proporcional a la luz reflejada directa. La señal “A” se pasa a un segundo amplificador operativo ajustable (96) que produce una señal de control ajustada “K₁A”.

La Figura 4 muestra principios fundamentales relativos a la configuración con dos detectores de la Figura 3. La Figura 4 muestra tres tipos de cuerpos explorados. El primer cuerpo es un cuerpo relativamente translúcido. Cuando el haz de luz de exploración concentrado de un determinado diámetro incide sobre el cuerpo translúcido, la luz se difundirá dentro del cuerpo. El círculo (64) sobre los cuerpos explorados representa el campo de visión del primer sensor (62) (corresponde al tamaño de abertura del orificio en el diafragma (76)). Este campo es substancialmente mayor que el círculo (68), que corresponde al campo de visión del segundo sensor (66). Así, deberá apreciarse que el primer sensor (62) es sensible a substancialmente toda la luz reflejada desde el cuerpo, incluyendo la luz difundida y la luz directa reflejada desde el punto de impacto del haz de exploración. El campo de visión (68) del segundo sensor (66) posee un diámetro que se corresponde esencialmente con el del haz de luz de exploración incidente. El segundo sensor es de este modo sensible solamente a la luz reflejada desde el punto de incidencia del haz láser sobre el cuerpo.

En referencia al primer cuerpo “translúcido” de la Figura 4, puede observarse que una parte substancial de la luz incidente se difunde o dispersa dentro del cuerpo. La potencia de señal de la señal “A” es por tanto relativamente pequeña, dado que solamente una cantidad relativamente pequeña de luz es reflejada directamente desde el punto de incidencia. La potencia de señal de la señal “B” es relativamente mayor que la señal “A” dado que el primer sensor (62) detecta la luz directa reflejada y la luz difundida.

El segundo cuerpo explorado en la Figura 4 posee aproximadamente un 50% de la translucidez del primer cuerpo. En este caso, puede observarse que se difunde menos luz dentro del área circundante del cuerpo y que de nuevo se refleja más luz directamente desde el punto de incidencia del haz de exploración. La potencia de la señal “A” es por tanto mayor que la del primer cuerpo translúcido. La potencia de la señal “B” es ligeramente superior a la señal “A”. El tercer cuerpo es un cuerpo substancialmente no translúcido, tal como una piedra, un trozo de tallo de una planta u otro cuerpo duro. Con este tipo de objeto, poca o ninguna luz se difundirá dentro del cuerpo y la potencia de la señal “A” será la mayor. La potencia de la señal “B” será aproximadamente igual a la de la señal “A”, dado que el sensor (62) detectará toda la luz reflejada directa.

El reconocimiento de los principios mostrados en la Figura 4 y la utilización de las señales A y B individualmente o de la diferencia entre las señales A y B proporciona a la presente invención la capacidad de seleccionar los objetos explorados por color, estructura (textura) o una combinación de color y estructura. Por ejemplo, la señal "B" es menos dependiente de la estructura que la señal "A" dado que la potencia de la señal es generalmente la misma independientemente de la estructura o textura de los cuerpos explorados. De este modo, cualquier cambio en la potencia de la señal "B" es el resultado de los efectos del color, o "escala de grises" de los cuerpos explorados. En otras palabras, un cambio en la potencia de la señal "B" indicaría que se ha explorado un cuerpo de color diferente en comparación con otros cuerpos explorados. De este modo, la señal B puede utilizarse por el circuito de control (34) (Figura 3) para seleccionar/explorar objetos solamente según su color o escala de grises.

Por otro lado, la señal "A" es dependiente tanto del color como de la estructura. Tal como se ha comentado anteriormente en referencia a la Figura 4, para objetos explorados de igual color, la señal "A" variará en potencia dependiendo de la translucidez (estructura o textura) de los cuerpos. Para cuerpos explorados de la misma estructura (translucidez), la señal "A" también variará dependiendo de cambios en el color de los cuerpos. Por ejemplo, la señal "A" será mayor en un cuerpo explorado "blanco" en comparación con un cuerpo "marrón" que posea la misma estructura. La señal "A" puede por tanto ser utilizada por su circuito de control (37) asociado para explorar según estructura y color. La señal "A" también es útil para explorar objetos relativamente pequeños, por ejemplo cantos rodados o conchas, que son más pequeños que el campo de visión utilizado para definir "manchas ciegas" utilizadas para definir el campo de visión de acuerdo con la técnica anterior de seleccionadores láser, por ejemplo el seleccionador descrito en la patente U.S. nº 4.723.659.

Para seleccionar según solamente la estructura de los cuerpos explorados, la parte de luz difundida de la señal "B" está "indirectamente" determinada por una diferencia entre las señales "A" y "B". Esta diferencia puede generarse mediante, por ejemplo, un dispositivo de diferenciación de señales electrónico convencional o amplificador operativo (72). El amplificador operativo (72) sustrae electrónicamente la señal K_1A correspondiente a la luz reflejada directa desde el punto de incidencia del haz de exploración de la señal K_2B correspondiente al campo de luz completo detectado por el sensor (62), de manera que la señal resultante se corresponde esencialmente solamente con la parte de luz difundida del haz reflejado. La señal se pasa a su circuito de control (35) asociado para accionar las toberas de eyección de aire.

La Figura 5 representa un principio de exploración de la presente invención basado en la señal de diferencia ($K_2B - K_1A$). Cada una de las señales "A" y "B" define un eje o los límites de exploración del sistema para explorar en base a la señal de diferencia del amplificador operativo (72). La línea "C" es definida por la señal de diferencia y representa el umbral entre cuerpos explorados "buenos" y "malos". Este umbral puede variar infinitamente ajustando los amplificadores operativos de ganancia individuales (94) y (96) de las respectivas señales dependiendo del ámbito de exploración y los tipos de cuerpos a explorar.

Así, debería apreciarse que cualquier combinación de las tres señales A, B, o C (señal de diferencia) puede ser utilizada por el circuito de control para accionar las toberas de eyección de aire cuando se detecta un cuerpo extraño o producto rechazado en la corriente de cuerpos explorados. El hecho de que las señales A y B se generen y procesen por separado permite al aparato (10) de acuerdo con la presente invención realizar funciones de selección ventajosas que generalmente no son posibles con seleccionadores láser convencionales. El aparato (10) puede compensar los efectos de sombra o borde (tal como se describe en la patente U.S. 4,634,881); puede diferenciar o seleccionar por color; puede detectar o seleccionar impurezas u objetos relativamente pequeños; posee un nivel relativamente elevado de capacidad de ajuste de detección del umbral o "ajuste fino" debido a la capacidad para separar el control de ganancia de las señales A y B; y puede detectar y seleccionar de forma fiable el vidrio y materiales similares de los cuerpos explorados.

En algunas aplicaciones, también puede ser deseable seleccionar por variaciones de color visibles específicas en los productos explorados utilizando un láser color particular y detector correspondiente además de la configuración de detector de la Figura 3. La Figura 6 es una vista operativa esquemática y parcial de dicha realización de un paquete de óptica (54) ((56)) de acuerdo con la presente invención. Los componentes del paquete se montan preferentemente sobre un panel o elemento de montaje (100) relativamente rígido y duro. Este elemento (100) se monta a su vez en los paquetes de óptica correspondientes (54)((56)). Debería apreciarse que los componente pueden montarse sobre el elemento (100) virtualmente con cualquier disposición, y que puede utilizarse cualquier configuración o combinación de espejos o similares para dirigir el haz de luz a los componentes correspondientes. La presente invención no está limitada a una configuración de los componentes en particular y la realización de la Figura 6 se presenta solamente a modo de ejemplo.

En la realización de la Figura 6, se utilizan un láser infrarrojo (102), un láser rojo (104) y un láser verde (106). Los láseres rojo y verde se utilizan para seleccionar los objetos explorados según un color específico, y el láser infrarrojo se utiliza para seleccionar por estructura. Un espejo dicróico (108) combina la luz de los láseres (102) y (104) en un haz de luz único. Este haz se combina con el haz del láser (106) mediante otro espejo dicróico (107) en un haz de luz único (22). Este haz (22) es dirigido al divisor de haz de polarización (88). El divisor de haz de polarización (88) refina/garantiza la polarización del haz de luz (22), garantizando de este modo que la luz reflejada desde los cuerpos explorados descartada es solamente aquella luz en la que la polarización coincidía con la del haz incidente. Desde el divisor de haz de polarización (88), el haz de luz (22) es dirigido al espejo poligonal giratorio (90) y reflejado por este

ES 2 337 025 T3

espejo poligonal giratorio (90) a través de la compuerta de luz (25) con su patrón de exploración a través de la zona de exploración.

5 La luz retornada desde los productos explorados está representada con líneas discontinuas en la Figura 6. Puede utilizarse un dispositivo de filtro (no mostrado) para filtrar la luz ambiental u otras luces no deseadas de la luz retornada. La luz retornada es reflejada desde el espejo poligonal (90) al divisor de haz de polarización (88). Tal como se ha comentado, la luz retornada que posee la misma polarización que el haz incidente (22) es pasada a través del divisor de haz de polarización (88) y “rechazada”. El haz de luz con polarización cruzada (comparado con el haz de luz incidente (22)) retornado es dirigido por el divisor de haz de polarización a través de la lente de enfoque (92) a un
10 espejo dicroico (120). El espejo dicroico (120) refleja el haz de luz con polarización cruzada retornado del láser verde (106) y deja pasar el haz de luz con polarización cruzada retornado del láser rojo e infrarrojo. La luz reflejada desde el espejo dicroico (120) pasa a través de un polarizador (122) que refina/garantiza la luz verde y es dirigida a un receptor de luz “verde” (126). La luz que pasa el espejo dicroico (120) es dirigida a otro espejo dicroico (121) que refleja la
15 láser infrarrojo (102). La luz roja es dirigida a través del divisor de haz de polarización (123) a un receptor de luz “roja” (128). Los receptores de luz roja y verde producen señales proporcionales a la cantidad de luz roja o verde que reciben. Mediante comparación con valores umbral, estas señales pueden ser de este modo utilizadas para identificar y seleccionar los cuerpos explorados según variaciones del color.

20 El haz de luz que pasa a través del espejo dicroico (121) es pasado a través del divisor de haz de polarización (130) a un divisor de haces 50/50 (132). Aproximadamente el 50% del haz de luz incidente sobre el divisor de haces (132) es pasado a un receptor de abertura pequeña (134) y aproximadamente el 50% del haz incidente es pasado a un detector de abertura grande (136). Estos receptores se explican haciendo referencia a la Figura 3.

25 La configuración de la figura 6 es particularmente útil cuando se utiliza un láser infrarrojo como láser (102) para la prestación de selección por estructura. Aunque, tal como se ha comentado previamente respecto a la Figura 3, las señales separadas de los receptores (134) y (136) pueden proporcionar la prestación de seleccionar también por variaciones de color, en algunas situaciones puede no ser preferible utilizar luz infrarroja para seleccionar según colores
visibles específicos.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato para detectar objetos extraños o anómalos (16) en productos (12) a través de una zona de exploración (14), comprendiendo dicho aparato:

una fuente de luz (18), dirigiendo dicha fuente de luz (18) un haz de luz concentrado (22) que posee una área de sección transversal determinada hacia una zona de exploración (14), en el que dichos productos (12) se mueven a través de dicha zona de exploración (14) y son incididos por dicho haz de luz (22), siendo dicha luz reflejada directamente a partir generalmente del punto de incidencia de dicho haz de luz (22) sobre dichos productos (12) y reflejada difusamente desde un área alrededor de dicho punto de incidencia debido a la difusión de dicho haz de luz dentro de dichos productos (12);

un primer detector (62) dispuesto para recibir la luz reflejada de nuevo desde dichos productos (12), poseyendo dicho primer detector (62) un primer campo (64) de visión mayor que el área en sección transversal de dicho haz de luz (22), en el que dicho primer detector (62) es sensible a substancialmente la totalidad de dicha luz reflejada directa y difundida desde dichos productos (12) y genera una primera señal correspondiente a la misma;

un segundo detector (66) dispuesto para recibir la luz reflejada de nuevo desde dichos productos (12), poseyendo dicho segundo detector (66) un segundo campo de visión (68) generalmente igual a dicha área de sección transversal de dicho haz de luz (22) en el que dicho segundo detector (66) es sensible a substancialmente sólo dicha luz reflejada directa desde dichos productos (12) y genera una segunda señal correspondiente a la misma; y

circuitos de control (34, 35, 37) en comunicación operativa con dichos primer y segundo detectores (62, 66) para recibir dicha primera y segunda señales, y genera señales de control basadas en o bien dichas señales individualmente o bien en una diferencia entre dichas señales.

2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de eliminación (48) controlado por dichas señales de control y configurado para eliminar objetos (16) de dichos productos (12) en respuesta a las mismas.

3. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho mecanismo de eliminación comprende un banco de eyectores de aire (50) dispuestos generalmente a través de dicha zona de exploración (14), encontrándose dichos eyectores de aire en un número y ubicación tal que son capaces de eliminar un objeto (16) de dichos productos (12) de cualquier punto a lo largo de la anchura de dicha zona de exploración.

4. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicho circuito de control comprende un dispositivo de diferenciación (72) en la recepción de dichas primera y segunda señales, generando dicho dispositivo de diferenciación (72) una señal de control a partir de la diferencia entre dichas primera y segunda señales que se corresponde esencialmente a solamente dicha luz reflejada difundida.

5. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un primer elemento de definición (74) dispuesto operativamente antes de dicho primer detector (62), definiendo dicho primer elemento de definición (74) el tamaño de dicho primer campo de visión (64), y un segundo elemento de definición (78) dispuesto operativamente antes de dicho segundo detector (66), definiendo dicho segundo elemento de definición (78) el tamaño de dicho segundo campo de visión (68).

6. Aparato según la reivindicación 5, en el que dichos primer y segundo elementos definidores (74, 78) comprenden dispositivos de diafragma (76, 80) que poseen aberturas a su través de un tamaño que define dichos primer y segundo campos de visión (64, 68), respectivamente.

7. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo divisor de haces (82) dispuesto operativamente antes de dichos primer y segundo dispositivos de detección, dividiendo dicho divisor de haces (82) la luz reflejada desde dichos productos (12) en un primer haz dividido dirigido hacia dicho primer detector (62) y un segundo haz dividido dirigido hacia dicho segundo detector (66).

8. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un divisor de haz de polarización (88) dispuesto operativamente entre dicha zona de exploración y dichos dispositivos de detección, polarizando dicho divisor de haz de polarización (88) de forma cruzada la luz recibida desde dichos productos respecto a una polarización determinada de dicho haz de luz y dirigiendo dicha luz polarizada de forma cruzada a dichos detectores (62, 66), y dejando pasar la luz reflejada recibida desde dichos productos (12) que posee la misma polarización que dicho haz de luz (22), alejándola de dichos detectores (62, 66).

9. Aparato según la reivindicación 8, en el que dicho divisor de haz de polarización (88) está situado entre dicha fuente de luz (18) y dicha zona de exploración (14) de manera que dicho haz de luz concentrado (22) de una polarización determinada pasa a través de dicho divisor de haz de polarización (88) antes de incidir sobre dichos productos (12).

ES 2 337 025 T3

10. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un espejo poliédrico giratorio (90) situado entre dicha fuente de luz (18) y dicha zona de exploración (14), dirigiendo dicho espejo poliédrico (90) dicho haz de luz (22) con un patrón de exploración (23) a través de la anchura de dicha zona de exploración (14).

5 11. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz (18) comprende al menos un generador de haces láser (20, 102, 104, 106).

10 12. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fuente de luz (20) comprende al menos dos generadores de haces láser (20, 102, 104, 106), y dicho haz de luz concentrado (22) comprende una combinación de al menos dos haces láser de longitudes de onda diferentes.

15 13. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de mesa vibradora (38) situado para recibir dichos productos (12) y mover dichos productos (12) hacia dicha zona de exploración (14), estando situada dicha zona de exploración (14) por debajo y adyacente al borde de salida de dicha mesa vibradora (38), en el que dichos productos (12) substancialmente caen desde dicha mesa vibradora (38) y pasan a través de dicha zona de exploración (14) con una trayectoria de caída libre.

20 14. Aparato para seleccionar productos que se mueven a través de una zona de detección (14) en el que se detectan y eliminan anomalías u objetos extraños (16) en los productos (12), comprendiendo dicho aparato:

una fuente de luz (18), dirigiendo dicha fuente de luz (18) un haz de luz concentrado (22) que posee un área en sección transversal determinada hacia una zona de exploración (14), en el que dichos productos (12) se mueven en masa a través de dicha zona de exploración (14) y son incididos por dicho haz de luz (22), siendo dicho haz de luz reflejado directamente desde generalmente el punto de incidencia de dicho haz de luz (22) sobre dichos productos (12) y reflejado difusamente desde un área alrededor de dicho punto de incidencia debido a la difusión o dispersión de dicho haz de luz (22) dentro de dichos productos (12);

30 un primer detector (62) dispuesto para recibir la luz reflejada de nuevo desde dichos productos (12), poseyendo dicho primer detector (62) un primer campo de visión (64) visión mayor que el área en sección transversal de dicho haz de luz (22), en el que dicho primer detector (62) es sensible a substancialmente la totalidad de dicha luz reflejada directa y difundida desde dichos productos (12) y genera una primera señal correspondiente a la misma;

35 un segundo detector (66) dispuesto para recibir la luz reflejada desde dichos productos (12), poseyendo dicho segundo detector (66) un segundo campo de visión (68) generalmente igual a dicha área en sección transversal de dicho haz de luz (22) en el que dicho segundo detector (66) es sensible a substancialmente sólo dicha luz reflejada directa desde dichos productos (12) y genera una segunda señal correspondiente a la misma; y

40 circuitos de control (35, 35, 37) en comunicación operativa con dichos primer y segundo detectores (62, 66) para recibir dichas primera y segunda señales y generar una primera señal de control de la selección basada en una diferencia entre dichas primera y segunda señales, correspondiendo dicha primera señal de control de la selección substancialmente sólo a dicha luz reflejada difundida, y;

45 unas serie de eyectores de aire situados por debajo de dicha zona de exploración (14) y que se extienden a través de una trayectoria de movimiento de dicha masa de productos (12), siendo dichos eyectores de aire accionados por dicha señal de control para eliminar los objetos no deseados (16) de cualquier punto dentro de dicha masa de productos (12).

50 15. Aparato según la reivindicación 14, en el que dicho circuito de control (34, 35, 37) está configurado para generar señales de control de la selección adicionales dependientes de dichas primera y segunda señales individualmente, en el que dichos eyectores de aire son activados por una entre dicha primera señal de control de la selección y dichas señales de control de la selección adicionales.

16. Aparato según la reivindicación 15, que comprende un primer modo de selección según dicha primera señal de control de la selección y se basa en la estructura de dichos productos (12).

55 17. Aparato según la reivindicación 15, que comprende un segundo modo de selección según una señal de control de la selección adicional dependiente de dicha primera señal y basado en variaciones en el color de dichos productos (12).

60 18. Aparato según la reivindicación 15, que comprende un tercer modo de selección según una señal de control de la selección adicional dependiente de dicha segunda señal y basado en variaciones en el color y estructura de dichos productos (12).

65 19. Aparato según la reivindicación 14, que comprende además un primer elemento de definición (74) situado operativamente antes de dicho primer detector (62), definiendo dicho primer elemento de definición (74) el tamaño de dicho primer campo de visión (64), y un segundo elemento de definición (78) situado operativamente antes de dicho segundo detector (66), definiendo dicho segundo elemento de definición (78) el tamaño de dicho segundo campo de visión (68).

ES 2 337 025 T3

20. Aparato según la reivindicación 14, en el que dicha señal de control de la selección se utiliza para seleccionar por estructura, y comprende además al menos una fuente de luz visible adicional y un detector asociado configurado para seleccionar los productos explorados por diferencias en el color visible.

5 21. Método de exploración y selección de una masa de productos (12) en movimiento para eliminar anomalías y objetos no deseados (16) de la misma, comprendiendo dicho método las etapas de:

mover la masa de productos (12) a través de una zona de exploración (14) de una anchura determinada de manera que los productos (12) se disponen con una profundidad de un solo producto cuando pasan a través de la zona de
10 inspección (14);

barrer un haz de luz concentrado (22) a través de la trayectoria de los productos (12) en movimiento con un patrón de exploración (23) de manera que todos los productos (12) son incididos por el haz de luz (22) a medida que pasan a través de la zona de exploración (14), siendo la luz reflejada directamente desde generalmente el punto de incidencia
15 del haz de luz (22) sobre los productos (12) y reflejada difusamente desde un área alrededor del punto de incidencia debido a la difusión o dispersión del haz de luz dentro de los productos (12);

dividir la luz reflejada desde los productos (12) en dos haces reflejados;

20 recibir uno de los haces reflejados en un primer dispositivo de detección (62) que es sensible a substancialmente toda la luz reflejada desde los productos (12) y generar una primera señal proporcional a la misma;

recibir uno de los haces reflejados en un segundo dispositivo de detección (66) que es sensible a substancialmente sólo la luz reflejada directamente desde los productos (12) y generar una segunda señal proporcional a la misma; y
25

controlar un dispositivo de eliminación (48) para eliminar los objetos no deseados o anomalías (16) de la masa de productos (12) en movimiento o bien con cualquiera de la primera y segunda señales individualmente o bien con una diferencia entre la primera y segunda señales.

30 22. Método según la reivindicación 21, que comprende la selección de la masa de productos (12) en movimiento basada en la estructura de los productos (12) en un primer modo de selección según la diferencia entre la primera y segunda señales.

35 23. Método según la reivindicación 21, que comprende la selección de la masa de productos (12) en movimiento basada en el color de los productos (12) en un segundo modo de selección según la primera señal.

24. Método según la reivindicación 21, que comprende la selección de la masa de productos (12) en movimiento basada en la estructura y el color de los productos (12) en un tercer modo de selección según la segunda señal.

40 25. Método según la reivindicación 21, que comprende además la polarización del haz de luz reflejada de nuevo desde los productos (12) y dirigir toda la luz reflejada con la misma polarización que el haz de luz incidente (22) lejos de los detectores (62, 66) y dirigir solamente la luz con polarización cruzada hacia los detectores (62, 66).

45 26. Método según la reivindicación 25, que comprende polarizar el haz de luz reflejada de nuevo desde los productos (12) con un dispositivo divisor de haz de polarización (88).

27. Método según la reivindicación 21, que comprende mover la masa de productos (12) esencialmente verticalmente a través de la zona de exploración (14).

50 28. Método según la reivindicación 27, que comprende recibir los productos (12) en una mesa vibradora (48), mover los productos (12) hacia un borde de salida de la mesa vibradora (48) mediante la acción vibradora de la mesa vibradora (48), y permitir que los productos (12) esencialmente caigan desde el borde delantero de la mesa vibradora (48) en una trayectoria de caída libre a través de la zona de exploración (14).

55 29. Método según la reivindicación 28, que comprende además permitir que los productos (12) caigan a lo largo de su trayectoria de caída libre a lo largo de una rampa de alimentación.

60 30. Método según la reivindicación 21, que comprende además barrer un haz de luz concentrado adicional a través de la trayectoria de los productos (12) en movimiento desde un lado opuesto al del primer haz de luz (22) para explorar lados opuestos de los productos (12).

65 31. Método según la reivindicación 21, en el que la etapa de controlar el dispositivo de eliminación (48) comprende accionar cualquier combinación de una serie de eyectores de aire situados a lo largo de la anchura de la trayectoria de la masa de productos (12) en movimiento.

32. Método según la reivindicación 21, que comprende además explorar los productos (12) con un haz de luz de color visible y recibir la luz reflejada visible con un detector correspondiente que genera una señal proporcional a la misma, y utilizar la señal para selección los productos (12) por diferencias de luz visible específicas.

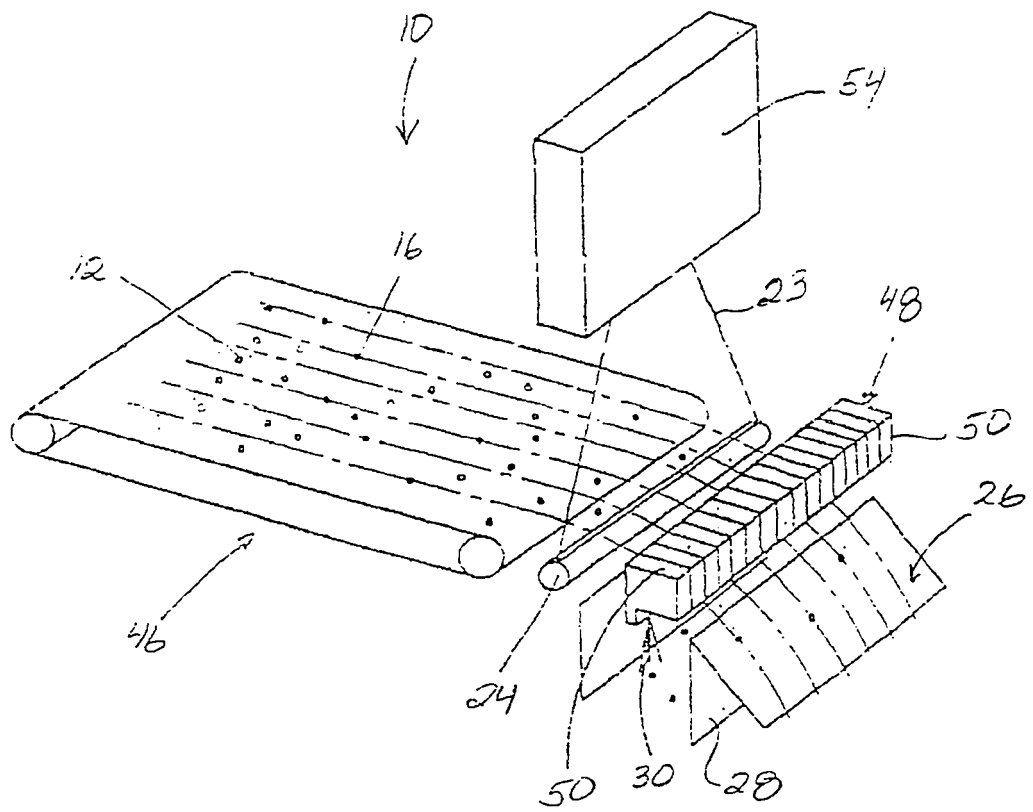


Fig. 2a

Señal "A" de diafragma pequeño

Señal "B" de diafragma grande

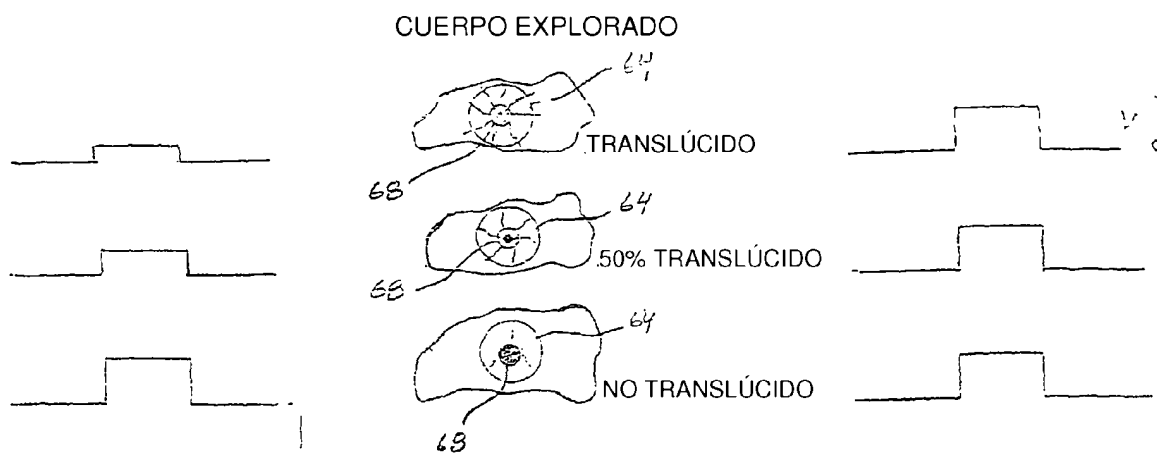


Fig. 4

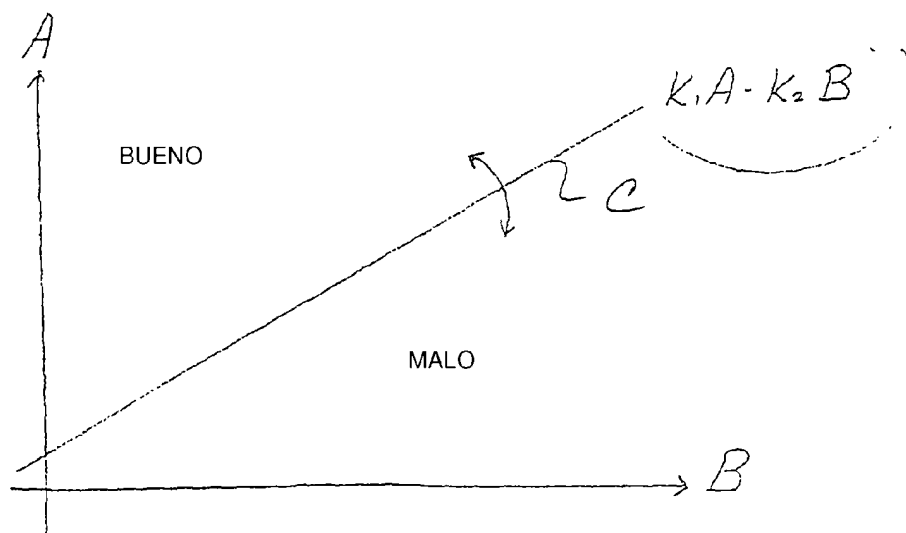


Fig. 5

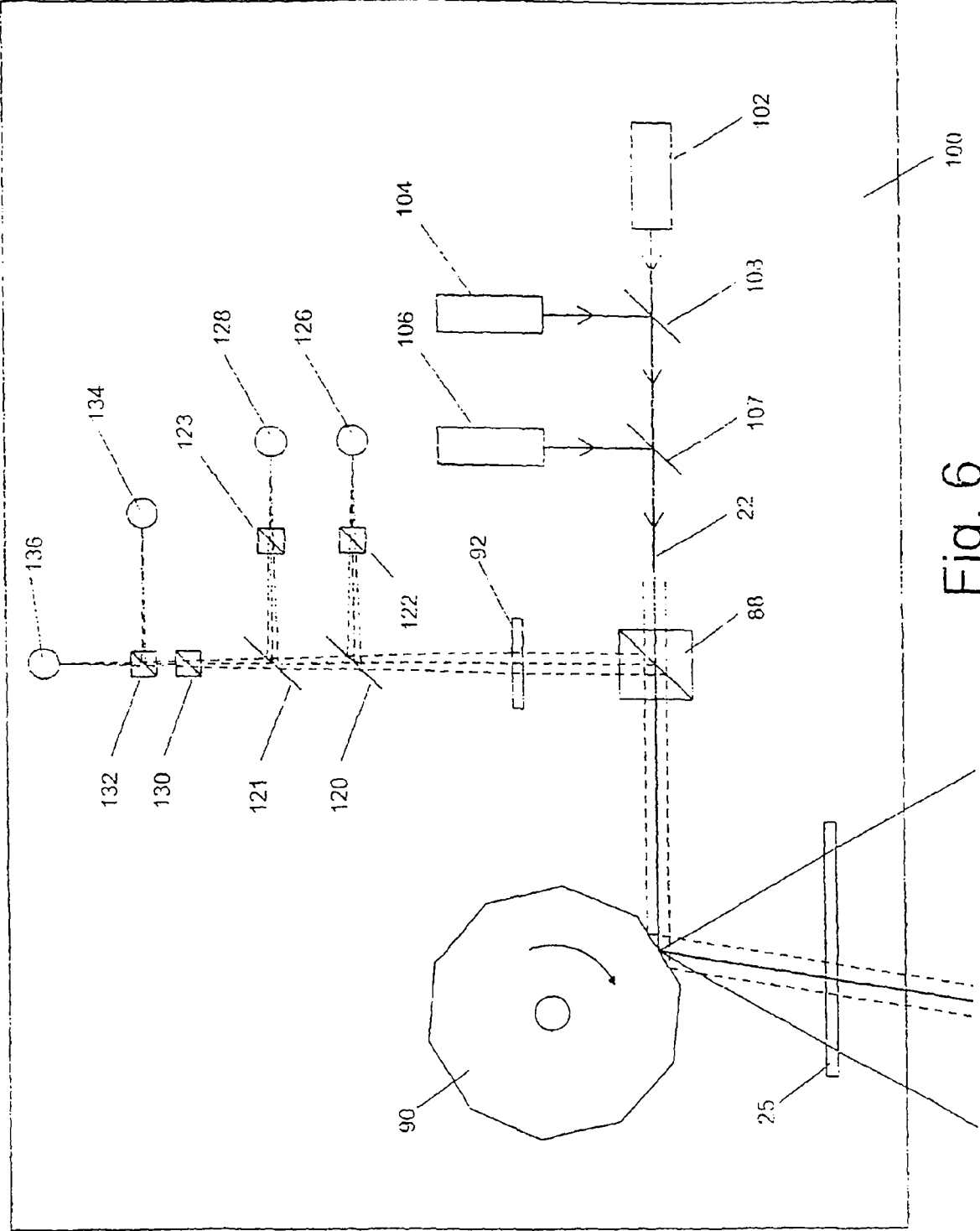


Fig. 6