

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 609**

51 Int. Cl.:

**B07C 5/342** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2012 PCT/GB2012/051514**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO2013001304**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2012 E 12737859 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2016 EP 2726221**

54 Título: **Aparato de inspección con iluminación lateral alterna**

30 Prioridad:

**28.06.2011 GB 201111024**

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

**21.06.2017**

73 Titular/es:

**BUHLER SORTEX LTD (100.0%)  
20 Atlantis Avenue  
London E16 2BF, GB**

72 Inventor/es:

**HUG, ANTHONY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 618 609 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 con iluminación lateral alterna

5 La presente invención se refiere a un aparato de clasificación e inspección, y en particular a técnicas de inspección óptica para su uso en aparatos de clasificación e inspección, por ejemplo para la inspección y posterior clasificación de productos alimenticios a granel tales como grano, arroz, nueces, legumbres, frutas y verduras. Ejemplos de tales aparatos se describen en la Publicación de Patente Internacional WO98/018574, en la Publicación de Patente Europea EP 0838274, en la Descripción de Patente US 4.630.736 y en la Publicación de Patente GB 2471885.

10 El documento WO98/018574 describe un aparato de clasificación que tiene una cinta transportadora o mecanismo equivalente para mover partículas a una velocidad suficiente como para generar un flujo de partículas en el aire, pudiéndose clasificar dichas partículas para así desechar material seleccionado. El documento DE3443476 describe un método y dispositivo para probar, catalogar y clasificar material granulado. El método y el dispositivo correspondiente utilizan cámaras de video que de preferencia graban ópticamente recortes rectangulares del material que se mueve por ellos, en tiempo real, y transmiten esta información a un ordenador de procesamiento de imágenes. El documento EP1818152 describe un método de retirada/clasificación de una película para productos recubiertos de resina, que comprende una fase de retirada de película de material seleccionado, en un aparato de retirada de película, que comprende una mezcla de varios tipos de productos recubiertos de resina teniendo cada uno una temperatura diferente de ablandamiento en al menos la película o en el sustrato del mismo, y calentar el material seleccionado en dicho aparato de retirada de película. El documento US2006/0016735 describe un separador de pellets que puede clasificar y retirar con precisión pellets defectuosos sin generar identificaciones falsas de pellets no defectuosos al suprimir una reflexión difusa en el interior, incluso pellets de resina de alta transparencia.

15 En aparatos de este tipo, se suministra un flujo de productos a clasificar, normalmente en vuelo libre, a través de una zona de formación de imágenes y una zona de clasificación. En la zona de formación de imágenes se buscan defectos seleccionados y en la zona de clasificación, se retiran o separan del flujo de productos cualquier producto en el que se ha identificado un defecto y que por tanto tiene que ser rechazado. La retirada es por lo general por medio de una o más corrientes de gas, como aire, procedentes de uno o más eyectores dispuestos de manera adyacente al flujo de productos.

20 En tales máquinas, el caudal requerido se determina normalmente por las tasas de producción de cualquier parte de la planta de procesamiento. Normalmente, sin embargo, el caudal requerido es alto y se mide típicamente en toneladas por hora, con lo cual para productos pequeños, el caudal es muy rápido, con grandes cantidades que se clasifican cada segundo.

25 Los productores de alimentos a menudo utilizan aparatos de clasificación e inspección, tales como máquinas de clasificación óptica, para detectar defectos en sus productos alimenticios, y así permitir la retirada de cualquier producto defectuoso, es decir, que no cumpla el estándar, del flujo de productos. Esto, a su vez, permite que el producto clasificado cumpla con el nivel de categoría o calidad acordado por un cliente, maximizando no obstante y al mismo tiempo, en la mayor medida de lo posible, el rendimiento total de producción del flujo de productos sin clasificar en un plazo determinado. El nivel de calidad suele especificar niveles máximos individuales de contaminación para diferentes tipos de defectos. Por ejemplo, al clasificar el arroz, los defectos pueden ser "granos picoteados" dañados por insectos, o granos yesosos o granos amarillos, siendo los niveles máximos para estos contaminantes menor de 0,1 % de picoteos, menor de 1 % de yeso e inferior a 0,2 % de amarillo. Algunos clientes también especifican restricciones en el número de granos grises.

30 Tal y como se utiliza en la presente descripción, el término "defecto" o "defectuoso" debe entenderse que incluye tanto defectos en los artículos que se están clasificando como en cualquier artículo / producto que no sea satisfactorio, no solo por esa razón sino por cualquier otra. También se puede incluir en el término la existencia de cuerpos extraños o de productos residuales.

35 Las máquinas de clasificación óptica identifican defectos en el producto que se está clasificando usando técnicas conocidas, tales como análisis continuo de imágenes del producto (o partes de productos) en el flujo, tomadas en la zona de formación de imágenes utilizando sensores. Las señales de salida de un analizador de imágenes se pueden utilizar entonces para permitir que un sistema de control ordene a los eyectores según convenga, para así rechazar las imperfecciones identificadas en las imágenes y, por tanto, también los productos que presenten dichas imperfecciones.

40 Por lo general, los sensores están optimizados para detectar un tipo particular de defecto. Sin embargo, se puede optimizar un sensor o una línea en un sensor para un criterio de clasificación específico, pudiendo ocurrir también que dicho sensor o línea en un sensor detecte de manera útil otro tipo de defecto, ya sea porque un producto tiene más de un tipo de defecto o porque los criterios de clasificación no son totalmente independientes entre sí. La optimización puede consistir en que cada sensor o línea de sensor mire a una longitud de onda de luz particular, o a un conjunto de longitudes de onda de luz, proporcionando al sensor o a la línea de píxeles del sensor un filtro

específico. Alternativamente o de manera adicional, la fuente de luz puede ajustarse para proporcionar en la ventana de visión del sensor, o para una línea del mismo, una iluminación del flujo de productos caracterizada por una longitud de onda de luz o conjunto de longitudes de onda de luz deseadas, o una iluminación que omita ciertas longitudes de onda no deseadas, para adaptarse a la optimización de detección de defectos. Esto también se puede conseguir con filtros para filtrar la luz emitida antes de iluminar el flujo de productos. Las luces intermitentes también pueden permitir alternar colores claros.

Con respecto a esa optimización, no hay certeza de que una determinada optimización ofrezca una detección exclusiva para una forma específica de defecto. Por ejemplo, un criterio de detección optimizado para el arroz, diseñado para detectar granos picoteados, también puede identificar algunos granos yesosos y algunos amarillos para su retirada. Además, aunque un criterio de detección particularmente optimizado identifique típicamente la mayoría de un tipo de defecto, también puede clasificar incorrectamente algunos productos buenos como defectuosos, ya que la optimización no está necesariamente optimizada o es apropiada como medio de detección para otras formas de detección de defectos. Por esta razón, se pueden realizar diferentes criterios de detección, utilizando más de una optimización, ya sea usando simultáneamente prismas, o en serie a medida que el producto pasa o atraviesa la zona de formación de imágenes, de nuevo utilizando potencialmente una fuente de luz intermitente con colores secuenciales variables, o utilizando diferentes filtros en dos o más sensores o dos o más líneas de un sensor. Por ejemplo, puede realizarse un primer criterio de detección de defectos en una primera parte o línea de la zona de formación de imágenes, utilizando potencialmente un primer parpadeo de iluminación, tal vez de un primer color, por ejemplo azul, y se puede realizar un segundo criterio de detección de defectos en una segunda parte o línea de la zona de formación de imágenes, separada de manera fragmentada, normalmente inferior, utilizando potencialmente un segundo parpadeo de iluminación, tal vez de un color diferente, por ejemplo rojo. Estas detecciones en serie permiten llevar a cabo dos detecciones optimizadas para permitir que el sensor o sensores comprueben de forma óptima dos o más defectos diferentes y, por tanto, ofrezcan una detección mediante optimizaciones individuales. Cuando sea apropiado o posible teniendo en cuenta las optimizaciones utilizadas y las características dadas del producto detectado, también podría permitir una comprobación cruzada o correlación entre las detecciones secuenciales o individuales realizadas por el circuito de detección.

Sin embargo, se produce algún problema con las detecciones secuenciales, ya sea utilizando iluminaciones intermitentes o detecciones fotograma a fotograma, en lo que se refiere a hacer coincidir una detección con la siguiente, a fin de realizar una comprobación cruzada o correlación, y ello está relacionado con el hecho de que, mientras que la frecuencia de la iluminación intermitente o la frecuencia de fotogramas de imágenes, o ambas, está típicamente ajustada para una zona de visualización dada de un aparato de clasificación, la velocidad de paso (velocidad) de los productos individuales, secuenciales, en el flujo de productos que pasan a través de esa zona de visualización, no está ajustada en la zona de formación de imágenes pues algunos productos se desplazan más rápido que otros. Después de todo, la velocidad de un producto puede depender de una serie de características situacionales, tales como el diseño/características del aparato, las características de los propios productos, las condiciones medioambientales y las interacciones individuales entre los diversos elementos y productos involucrados. Por ejemplo, en equipos de clasificación de arroz, donde el grano de arroz pasa efectivamente por la zona de visualización en caída libre, las velocidades en el plano de alimentación, es decir, a través de la zona de formación de imágenes, oscilarán típicamente entre 3,5 m/s y 4,3 m/s. Como resultado de ello, el tiempo específico del comienzo del paso de un producto particular en cada parte de la zona de visualización es algo aleatorio. Como tal, puede haber variaciones en las imágenes de detección utilizadas para las dos o más etapas secuenciales en el proceso de detección, desde una línea o un sensor a la siguiente, haciendo así que sea difícil hacer una comprobación cruzada de las detecciones individuales, y esto puede dar lugar a una precisión de detección variable. Los intentos en el pasado de compensar esto, han incluido intentar sincronizar el intervalo de tiempo de la iluminación intermitente con los productos en el flujo de productos, pero esto es demasiado complicado, especialmente porque un aparato de clasificación puede presentar muchos flujos de productos individuales, pudiendo tal vez cada flujo no tener más de un metro de ancho con un flujo de productos del orden de más de una tonelada por hora, y por tanto poblado muy densamente con granos, y es posible que las velocidades medias de esos flujos de productos individuales sean ellas mismas diferentes o no constantes en el tiempo ya que las condiciones ambientales pueden cambiar, o que diferentes flujos en una máquina puedan tener funciones diferentes, es decir, un flujo plano o primario puede tener una velocidad media de 3,9 m/s y un flujo reclasificado o canalizado puede tener una velocidad media de quizás 3,5 m/s, y sin embargo, ambos pueden estar en la misma máquina. Además, es probable que cada uno de los múltiples flujos de productos tenga su propia zona de visualización y, por tanto, pueda tener su propio sensor o sensores y fuente o fuentes de luz. Por tanto, es deseable que los flujos de productos sean configurados/sincronizados por separado para optimizar la eficacia de detección.

La presente invención se refiere a aparatos del tipo anteriormente mencionado para inspeccionar piezas de productos en un flujo de productos distribuidos en vuelo libre a una estación de visualización. El aparato de la presente invención incluye un primer medio de iluminación que comprende diodos emisores de luz para iluminar la estación de visualización desde un lado del flujo de piezas de productos con reflexión de luz desde las piezas de productos; y un segundo medio de iluminación que comprende diodos emisores de luz para iluminar la estación de visualización desde el otro lado del flujo con reflexión de luz desde las piezas de productos; en el que cada uno de los medios de iluminación primero y segundo puede ser utilizado para emitir luz en al menos dos gamas diferentes de longitud de onda y/o gamas de amplitud en respuesta a diferentes entradas de corriente eléctrica variables o

5 alternas. Un sistema de escaneo recibe luz procedente de los medios de iluminación primero y segundo reflejada desde las piezas de productos a cada lado del flujo en la estación de visualización cuando es transmitida a través de la estación de visualización. Se proporciona un medio para activar los medios de iluminación primero y segundo alternativamente en unas fases primera y segunda para iluminar sucesivamente piezas de productos en el flujo en la estación de visualización. Esta iluminación alterna permite identificar decoloraciones visibles en ambos lados de una pieza de producto, permitiendo así realizar una inspección más completa.

10 En realizaciones preferidas de la invención, el aparato puede incluir iluminación auxiliar detrás de cada uno de los medios de iluminación primero y segundo en cada lado de la estación de visualización. Esto es adicional a los medios de iluminación primero y segundo para proporcionar retroiluminación, respectivamente, para los medios de iluminación primero y segundo en las fases correspondientes. Por ejemplo, en una primera fase, el primer medio de iluminación iluminará la estación de visualización con luz en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul, y el segundo medio de iluminación emitirá luz sólo en la gama de longitud de onda del rojo. En la segunda fase, el segundo medio de iluminación estará adaptado para iluminar la estación de visualización con luz en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul mientras que el primer medio de iluminación estará adaptado para emitir luz sólo en la gama de longitud de onda del rojo. En esta disposición, se prefiere que los medios de iluminación correspondientes iluminen la estación de visualización desde ángulos diferentes. La retroiluminación puede proporcionarse en ambas fases, normalmente también en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul.

20 En lugar de, o además de, los cambios en la longitud de onda (es decir, el color), es posible que los cambios o alternancias sean en la amplitud de onda de luz, es decir, su brillo o intensidad. Como tal, la intensidad de la iluminación puede alternarse o ajustarse o cambiarse para adaptarse u optimizarse para el tipo de productos que se inspeccionen, o para satisfacer las necesidades del cliente para el control de calidad del producto, por ejemplo requisitos de blancura para los granos de arroz o para corregir las tolerancias de fabricación en la fuente de luz - por ejemplo, la potencia de luz de las lámparas o LEDs, que no son necesariamente totalmente constantes de una fuente de luz a la siguiente. Por tanto, los medios de iluminación primero y segundo pueden emitir luz en gamas de amplitud diferentes. Además, o alternativamente, los medios de iluminación primero y segundo pueden emitir luz en respuesta a entradas de corriente eléctrica diferentes o alternas. Del mismo modo, la iluminación auxiliar puede emitir luz en gamas de longitud de onda o de amplitud diferentes, variables o alternas. Además, o alternativamente, la iluminación auxiliar puede emitir luz en respuesta a entradas de corriente eléctrica diferentes, variables o alternas.

30 La activación alterna de los medios de iluminación primero y segundo es muy rápida, y como consecuencia de ello, en cada fase se ilumina la misma zona de la estación de visualización desde cada lado, recibiendo el sistema de escaneo luz reflejada de las mismas piezas de productos. Sin embargo, para ajustar el movimiento de piezas de productos entre las fases primera y segunda, se puede ajustar la geometría de los píxeles en el sistema de escaneo. Este ajuste se describe con más detalle en nuestra solicitud en trámite presentada hoy, titulada "Aparato de clasificación e inspección con integración de cámara".

35 Estas y otras características de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, dada a modo de ejemplo, y en la que se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática de un aparato de clasificación e inspección de acuerdo con la presente invención;

40 Las figuras 2 y 3 muestran una zona de visualización para su uso en algunas realizaciones de la invención en la que la iluminación de los productos se efectúa en fases para optimizar el proceso de detección de defectos;

La figura 4 ilustra la mejora de la recopilación de datos con los píxeles alargados de la presente invención en comparación con los píxeles cuadrados tradicionales;

Las figuras 5 y 6 ilustran además la mejora en la calidad de los datos recopilados usando píxeles alargados (figura 6) en comparación con píxeles cuadrados (figura 5);

45 Las figuras 7 y 8 se refieren a detalles de una posible técnica de integración de datos de cámara. Se describen más adelante en una solicitud en trámite, presentada simultáneamente por el presente solicitante, titulada "Aparato de clasificación e inspección con integración de cámara".

La figura 7 muestra la variación en la distancia de desplazamiento a través de la zona de detección para productos que tienen diferentes velocidades; y

50 La figura 8 ilustra la selección de sectores dentro del periodo de escaneo para productos que tienen velocidades diferentes a fin de optimizar la comprobación cruzada entre determinaciones de defectos en líneas individuales de un sensor.

Refiriéndonos a la figura 1, se ilustra un aparato de clasificación e inspección. Tiene una tolva 2 en la que se carga el producto a clasificar. También tiene una rampa de producto 4 por la que se alimenta el producto a clasificar - se hace vibrar hacia la cabeza de la rampa mediante un vibrador-alimentador montado debajo de la tolva 2.

5 La rampa de producto es sustancialmente vertical en esta realización, tal vez en un ángulo de 15° con respecto a la vertical. Sin embargo, si se desea, la rampa puede ser más plana.

10 En la parte inferior de la rampa, por donde el producto sale de la rampa, se proporciona una zona de visualización 6. En esta área, se proporcionan un sensor 10 y un circuito de detección 14 para capturar imágenes de los productos a medida que caen a través de la zona de visualización a sus velocidades de producto individuales y para determinar si los productos individuales tienen defectos no deseados. Un proyector 12 proporciona iluminación frontal para los productos, aunque se puede utilizar luz posterior o retroiluminación 22 para ayudar a prevenir la detección de defectos erróneos, como se conoce en la técnica.

15 Después de esto, los productos continúan cayendo – caída libre - por una zona de clasificación 8, y en esa zona de clasificación cualquier producto que se determine que tiene un defecto es expulsado automáticamente por un eyector 16, que es controlado por el circuito de detección 14. Estos productos defectuosos son por tanto desplazados por el eyector para su recogida en un contenedor de productos defectuosos 18. Los productos buenos, sin embargo, siguen cayendo en un contenedor de productos buenos 20.

El sensor 10 y el circuito de detección también pueden determinar la velocidad de los productos individuales, o se puede proporcionar un sensor de velocidad independiente en la salida de la rampa 4.

20 La iluminación para el producto, a medida que pasa a través de la zona de visualización, puede proporcionarse alternativamente mediante otros sistemas de iluminación de máquina de clasificación / inspección convencionales (no mostrados).

Haciendo referencia a continuación a las figuras 2 y 3, se proporcionan más detalles sobre posibles disposiciones de fuente de luz / sensor.

25 El aparato de clasificación descrito anteriormente puede denominarse, en parte, como un módulo de clasificación, es decir, un conjunto de elementos que constituyen una parte identificable de una máquina de clasificación y que puede darse muchas veces dependiendo de la capacidad de la máquina. Típicamente, un aparato de clasificación consistirá en una rampa junto con un vibrador o varios vibradores, eyectores y una cámara o varias cámaras con óptica y procesadores asociados. Cada uno de los módulos de clasificación puede consistir en una rampa con una anchura de 300 mm, un vibrador (o dos si se divide), 64 eyectores, cuatro cámaras cada una observando 150 mm  
30 de producto (delantera - izquierda, delantera - derecha, trasera - izquierda y trasera - derecha), cuatro bloques de iluminación frontal y dos de retroiluminación y equipos de procesamiento asociados. Sin embargo, varios de los elementos funcionales pueden ser compartidos entre dos o más módulos de clasificación. Esto puede derivar en una modularidad por máquina o unidad, por ejemplo como sigue:

- 35 - Un fotograma.
- Dos vistas.
- Un HMI y un panel de control de sistema (unidad maestra solamente).
- Un panel de servicios de sistema.
- Un panel de control de vibrador.
- 40 - Tres o más módulos de clasificación.
- Al menos un panel de clasificación.

En el aparato ilustrado, por ejemplo al clasificar el arroz, se espera que el producto tenga una velocidad vertical de entre 3,57 ms<sup>-1</sup> y 3,9 ms<sup>-1</sup>, y nominalmente de 3,7 ms<sup>-1</sup>. Sin embargo, también es probable que se produzcan velocidades en el plano de alimentación de entre 3,5 ms<sup>-1</sup> y 4,3 ms<sup>-1</sup>.

45 Para proporcionar un rendimiento de clasificación deseable con velocidades de producto de este orden, las dimensiones de los píxeles en el plano de alimentación no deben ser generalmente mayores de 0,292 mm x 0,292 mm. Sin embargo, los costos de procesamiento de clasificación pueden ser proporcionales al número de píxeles utilizados, por lo que minimizar el número de píxeles tiene un beneficio de ahorro de costos.

50 En general, es posible lograr mejores clasificaciones de picadura (mancha negra pequeña) con resoluciones más altas. Tales defectos son altamente visibles en comparación con defectos de cambios de sombreado / color (granos amarillos / grises / yesosos) y son fácilmente detectables usando iluminación de un solo color.

Dado que la picadura requiere un procesamiento más simple que los defectos de color, es posible procesar de manera independiente dos flujos de datos de detección de defectos individuales desde los sensores (que detectan en dos colores), mientras que para defectos de color se prefiere el flujo de datos de resolución bicromática.

También se prefiere utilizar un flujo de datos monocromático de resolución más alta para defectos de manchas que la resolución utilizada para defectos de color.

5 En vista de esto, la disposición de sensor puede comprender un sistema bicromático basado en retardo temporal para determinar defectos de color, y adicionalmente un sensor monocromático de mayor resolución para detectar pequeñas manchas negras.

Una disposición preferida para el aparato de clasificación de granos de arroz incluiría la detección de defectos de color utilizando una resolución de píxeles de 0,292 mm x 0,292 mm, de manera bicromática y una detección de defectos de manchas utilizando una resolución de píxeles de un eje X de 0,146 mm (perpendicular al flujo) x un eje Y de 0,292 mm (paralelo al flujo) de manera monocromática.

10 La resolución más alta permite que se vean mejor manchas más pequeñas - los tamaños de mancha en el arroz varían típicamente entre 0,875 mm cuadrados y 0,146 mm de altura (Y) x 0,072 mm de anchura (X), y los tamaños de pixel enumerados anteriormente reflejan una disposición óptima para un periodo de escaneo electroóptico (EOS) de 79,1  $\mu$ s (es decir, donde hay una velocidad de producto objetivo de 3,7 m / s). Como tal, en un aparato preferido, 2048 píxeles capturan datos a lo largo de toda la anchura (300 mm) del flujo de productos, siendo la captura de imagen por píxel de 0,146 mm horizontalmente (X) y de 0,292 mm verticalmente (Y).

15 El sensor puede tener 512 líneas, por lo que la cámara puede capturar una imagen de 2048 píxeles por 512 líneas con fines de determinación de defectos.

20 Para permitir una sincronización de varios elementos del sensor, de la fuente de luz y de las partes de determinación de defectos del aparato, se proporciona una señal de sincronización de sistema. Se prefiere que la señal de sincronización de sistema sea una onda cuadrada.

Se prefiere que el período de señal sea modificable dentro de la gama: 68  $\mu$ s a 84  $\mu$ s. Este período se deriva del tiempo requerido para que un producto (en este ejemplo un grano de arroz) recorra la distancia entre las dos líneas en el sensor de cámara. Para la distancia de 0,292 mm como se ha dado anteriormente, la gama de periodo de señal anterior equivale a velocidades de producto de entre aproximadamente 4,3 ms<sup>-1</sup> y aproximadamente 3,5 ms<sup>-1</sup>.

25 Un periodo de señal mínimo se fija preferentemente de modo que se deje un tiempo suficiente para permitir que se lleve a cabo el procesamiento.

En una disposición preferida, el periodo de señal debe ser modificable en etapas de no más de: 0,75  $\mu$ s - este tamaño de etapa máximo se basa en un 1 % del periodo nominal.

El período de integración de cámara se derivará de la señal de sincronización de sistema.

30 Es necesario poder alterar el período de integración de cámara ya que el sistema de color "basado en retardo" (ver más adelante) necesita alinear los datos para los dos colores en la misma posición (Y). Esto se hace suponiendo que el producto se haya movido, durante un periodo de escaneo, desde una primera línea del sensor a la siguiente, por ejemplo, entre una línea de detección azul y una línea de detección roja, recogiendo esas líneas los datos relevantes durante ese período de escaneo. El período de integración de cámara se modifica entonces para que coincida con la velocidad media, nominal o hipotética del producto en el flujo de productos.

35 A continuación, con referencia a las figuras 2 y 3, se dará a conocer el concepto de iluminación en fases o gradual en la zona de visualización. Proporciona una iluminación alterna de lados opuestos del flujo de productos y ayuda a optimizar el proceso de detección.

40 En la disposición mostrada, las vistas frontal y posterior del producto tienen configuraciones de iluminación diferentes. Se utilizan dos disposiciones de cámara / sensor / iluminación / retroiluminación, siendo las disposiciones de iluminación asimétricas.

45 Tal como se muestra, las piezas de productos se distribuyen en un flujo desde una rampa 4 en vuelo libre a través de una zona de visualización indicada generalmente con el número 6. La figura 2 muestra una primera fase en una operación de escaneo en la que un primer medio de iluminación en forma de matrices de diodos emisores de luz 24, ilumina el producto en la zona de visualización 6. La luz reflejada desde el producto es recibida por la cámara de escaneo lineal 26 que genera y transmite señales a un ordenador (no mostrado) para su análisis. Como puede verse, las matrices de diodos 24 están dispuestas simétricamente a cada lado del trayecto de la luz reflejada, en un ángulo de incidencia de alrededor de 40°.

50 La iluminación la proporciona, en la primera fase de escaneo mostrada en la figura 2, un segundo medio de iluminación también en forma de matrices 28 de diodos en el otro lado de la zona de visualización 6. Las matrices 28 iluminan la estación de visualización desde un ángulo diferente del de las matrices 24, en la disposición mostrada

con un ángulo de incidencia de alrededor de 20°. La retroiluminación es proporcionada por una fuente de luz auxiliar 30.

5 En la disposición mostrada en la figura 2, en una primera fase de escaneo, las matrices LED 24 iluminan la estación de visualización con luz en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul mientras que las matrices LED 28 proporcionan iluminación solamente en la gama de longitud de onda del rojo. La retroiluminación (30) alineada con la cámara 26 está también prevista en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul.

10 En la segunda fase de escaneo ilustrada en la figura 3, las funciones de las matrices LED 24 y 28 se invierten. Las matrices 24 se conmutan para emitir luz sólo en la gama de longitud de onda del rojo, mientras que las matrices 28 se conmutan para emitir luz en las longitudes de onda del rojo y el azul. En esta fase, la luz reflejada desde piezas de productos en la estación de visualización es recibida por la cámara 32 que genera y transmite señales al ordenador para su análisis.

En lugar de, o además de, cambios de color, se puede cambiar o alternar la intensidad de las iluminaciones.

15 Aunque las matrices LED cambian de manera continua entre las fases de escaneo, las dos cámaras 26 y 32 pueden continuar recibiendo luz reflejada y transmitiendo señales al ordenador durante las dos fases. El ordenador puede ser programado para descartar datos recibidos, aunque no requeridos en una fase particular. Por tanto, la iluminación alterna de manera que sólo en cada fase, cada cámara tiene la iluminación que requiere. Se producen diferencias de iluminación entre las fases, ahora bien, debido a la asimetría indicada anteriormente.

20 Por tanto, con las fases, las vistas frontal y posterior del producto deben tener diferentes configuraciones de iluminación - se utilizan normalmente dos disposiciones de cámara / sensor / iluminación / retroiluminación. Por ejemplo, las disposiciones de iluminación mostradas en las figuras 2 y 3 son asimétricas, con primeros planos posteriores de alrededor de 40° con respecto a las cámaras traseras y primeros planos frontales de alrededor de 20° con respecto a las cámaras delanteras.

Estas configuraciones de iluminación pueden ser incompatibles entre sí, aunque el concepto de iluminación en fases sirve para solucionar este problema.

25 La iluminación en fases puede implicar dividir el período de sincronización del sistema en dos fases iguales, 'fase # 1' y 'fase # 2'. La 'fase # 1' podría ser utilizada por la cámara de visión posterior, y utiliza una disposición de iluminación de color rojo y azul de primer plano del mismo lado, teniendo el primer plano del otro lado una iluminación únicamente roja. La 'fase # 2' podría ser utilizada por la cámara de visión frontal, y también utiliza iluminación de color rojo y azul de primer plano del mismo lado, teniendo el primer plano del otro lado una iluminación únicamente roja. Sin embargo, en esta disposición, la iluminación puede ser intermitente de manera que sólo en cada fase, cada cámara tiene la iluminación que requiere. Se producen diferencias de iluminación entre las fases, ahora bien, debido a la asimetría indicada anteriormente.

Cualquier dato de cámara capturado durante la fase destinada a la otra cámara puede ser descartado - las luces no se encienden o se apagan al instante, por lo que desechar estos datos puede ser útil.

35 La iluminación de primer plano intermitente se puede hacer con las dos configuraciones diferentes, como algo vinculado a las dos fases del período de sincronización de sistema.

La geometría de los píxeles en las cámaras se modifica preferiblemente de manera que, en la dirección de flujo de productos, la resolución-y del fotositio de detector es igual a la resolución-y de la máquina (es decir, 0,292 mm en el ejemplo dado).

40 La fase # 1 podría funcionar de la siguiente manera (para la clasificación de arroz) - la vista posterior puede apartar granos de arroz yesosos, picoteados, amarillos oscuro, amarillos tenue, grises y granos de arroz con cáscara. La vista frontal simplemente descarta sus datos - es demasiado difícil diferenciar entre granos de arroz con cáscara, granos de arroz yesosos, granos de arroz picoteados, o entre granos de arroz amarillos tenue y granos de arroz grises. También hay problemas con los granos de arroz picoteados marrones.

45 La fase # 2 podría funcionar de la siguiente manera - los datos de la vista posterior se descartan, y para la vista frontal, es posible o bien separar granos de arroz picoteados y granos de arroz con cáscara o bien tener una segunda oportunidad retirando granos de arroz yesosos, picoteados, amarillos oscuro, amarillos tenue, grises y granos de arroz con cáscara.

Otras disposiciones son posibles dentro del ámbito de aplicación de la invención.

50 Con referencia a continuación a la figura 4, lo siguiente explica por qué se desea una geometría de píxeles diferente. La figura 4 compara píxeles cuadrados con los píxeles rectangulares modificados (que tienen una longitud de 0,292 mm). En el caso de píxeles cuadrados sin fases, un fotositio fotografía la mitad de la resolución-y del sistema. Al

- comienzo de un período SS, el fotositio toma fotografías de forma instantánea, que en este caso sería la mitad de la resolución-y. A continuación, al final de un período de escaneo completo SS, el píxel de nueva fotografía instantáneamente la mitad de la resolución-y, con la distancia que el producto ha recorrido en el período SS (fija para que sea la resolución-y mediante el diseño del sistema) entre estos puntos. El píxel integrará todos los valores instantáneos entre estos puntos.
- 5
- En caso de existir fases, el fotositio fotografiará inicialmente la resolución-y completa de forma instantánea, de manera que después de la mitad del período SS, cuando la integración de ese fotositio se detiene, el punto extremo estará en el mismo punto que en el caso sin fases. Por tanto, el píxel alargado captura la cantidad total de información en lugar de sólo la mitad.
- 10
- El aparato de clasificación también realiza una detección de defectos utilizando un sistema de sensor espaciotemporalmente alineado, lo que resulta particularmente útil para la detección de defectos de color. Esto puede adoptarse usando un sensor con dos líneas, una después de otra, cada una con un filtro de color específico, donde la alineación de color se logra retrasando temporalmente una señal de salida de línea para que coincida con la otra. Esto funciona bien y fácilmente, cuando el producto ha caído una distancia de la anchura de línea entre escaneos, es decir, tiene una velocidad fija correspondiente a la velocidad hipotética para la que se establece el período de escaneo de sistema. Sin embargo, para productos con una velocidad diferente, tal coincidencia falla.
- 15
- Sin embargo, para que siga siendo sencilla la recogida de datos, la alineación espaciotemporal de la presente invención todavía consiste en fijar el período de escaneo de sistema con respecto a la media de la velocidad de la rampa (salida) de productos, y los datos recogidos se procesan para corregir las variaciones de velocidad de incluso hasta 20 % de la media.
- 20
- Con la presente invención, el aparato utiliza preferiblemente sólo un período de escaneo – varios períodos de escaneo pueden causar quebraderos de cabeza técnicos en lo que se refiere a la sincronización del hardware y al comportamiento de detección / eyección, además de los tamaños de píxel, y las longitudes de escaneo también variarían a través del aparato. Por tanto, el único período de escaneo de la presente invención simplifica estos elementos, manteniendo así unos costes de fabricación / configuración bajos.
- 25
- Con la presente invención, se prefiere que la iluminación de los primeros planos sea intermitente, y esto se hace en sincronía con el período de escaneo, y esto también haría que fuera imposible o difícil soportar varios períodos de escaneo, es decir, sin tener una máquina de gran anchura (ángulo de relleno).
- 30
- Una dificultad con la velocidad de parpadeo única, sin embargo, es que no será optimizada para los productos que se desplazan con las mayores desviaciones de velocidad con respecto a la velocidad nominal. En particular, puede haber una compensación en el tiempo de exposición (es decir, la luz).
- 35
- Por consiguiente, la presente invención supera esto proporcionando / creando una ventana de anchura fija (sector) que sea menor que la ventana completa para ese período de escaneo dentro de cada mitad del SS usando un control de exposición. Ese sector o ventana se puede deslizar por cualquier lugar en la mitad del período SS siempre que no sea recortada por los extremos. Ver figura 8.
- 40
- Cada línea de 'color' del sensor utiliza una ventana independiente, y ya que cada ventana puede corresponder totalmente a una de la otra línea, se puede conseguir una buena coincidencia para cualquier velocidad de producto dentro de la gama de velocidades esperadas. Esto es porque los sectores se eligen de manera adecuada para que tengan el retardo temporal adecuado.
- 45
- El cambio en la relación temporal entre las ventanas de exposición de las dos líneas de sensor, se traduce por tanto en tratar de alinear los colores con el producto que se ha desplazado distancias diferentes. Por tanto, la presente invención compensa las diferentes velocidades de productos.
- La figura 7 ayuda a ilustrar el problema asociado a productos que se mueven a diferentes velocidades a través de una zona de visualización - muestra cuánto se mueve una partícula con respecto a los fotositios de un sensor de 2 líneas, una con un filtro rojo, una con un filtro azul, a diferentes velocidades de partícula.
- La figura 8 a continuación, muestra la solución usando un control de exposición como se ejemplifica mediante un defecto móvil para un caso en el que la línea de sensor con filtro azul está por encima de la línea con filtro rojo.
- Se tienen en cuenta velocidades medias de producto del peor de los casos de 3,5 m / s y 4,2 m / s que se producen en diferentes rampas de la misma máquina.
- 50
- El sistema de sincronización (SS) se ha fijado en el retraso medio equivalente a 0.292 mm en cada una de las velocidades extremas.
- Retraso medio = ((0,292 mm @ 3,5 m / s) + (0,292 mm @ 4,2 m / s)) / 2

## ES 2 618 609 T3

$$= (83,429 \text{ us} + 69,524 \text{ us}) / 2$$

$$= 76,477 \text{ us} (3,82 \text{ m} / \text{s})$$

La solución requiere que la exposición de sensor de cada uno de los colores sea desplazada entre sí con respecto al tiempo dentro de la ventana de iluminación (mitad de SS) prevista.

- 5 Ya que hacemos parpadear los LEDS, cada mitad de SS tiene la iluminación ideal tanto para la cámara delantera y como para la trasera.

En cada caso, se tiene en cuenta un defecto o punto de producto, simplemente pasando a la zona activa del sensor azul, junto con el tiempo para que ese defecto se mueva 0,292 mm, el área fotografiada por el pixel. Para defectos móviles más rápidos, este tiempo es más corto, para defectos móviles más lentos este tiempo es más largo.

- 10 La solución se considera óptima ya que, con el tiempo de exposición de los dos colores en movimiento, cada uno sólo tiene que moverse la mitad de la distancia que de otra manera sería, y en consecuencia el tamaño de la ventana de exposición puede mantenerse lo más grande posible ( $T = 31,71 \text{ us}$ ).

La presente invención se ha descrito anteriormente simplemente a modo de ejemplo. Se apreciará, por tanto, que se pueden hacer modificaciones en los detalles de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas a la misma.

15

Texto explicativo para los dibujos:

Figura	Texto
4	A: Caso de píxeles cuadrados sin fases B: Caso de píxeles rectangulares con fases
5	Píxeles de $1024 \times 7 \times 7 \text{ um}$ miran a 2 líneas de color de $150 \text{ mm}$ ( $7 \text{ um} = 0,146 \text{ mm}$ ) una al lado de otra
6	Píxeles de $1024 \times 14h \times 7w \text{ um}$ miran a 2 líneas de color de $150 \text{ mm}$ ( $7 \text{ um} = 0,146 \text{ mm}$ ) una al lado de otra
7	Muestra el movimiento de una partícula del producto después de un tiempo ( $dt$ ) = tiempo para el movimiento de $0,292 \text{ mm}$ a $3,82 \text{ m} / \text{s}$ Partículas de píxeles azules / rojos vistas en el mismo punto equivalente (alineado) a $3,82 \text{ m} / \text{s}$ , obviamente, no a $3,5 \text{ m} / \text{s}$ o $4,2 \text{ m} / \text{s}$
8	EOS @ $3,818 \text{ m} / \text{s}$ (eos medio) = $76,477 \text{ us}$ Considerar el caso de $3,5 \text{ m} / \text{s}$ : $T = (3 \times (\text{medio EOS})) - 83 \text{ us} = 31,71 \text{ us}$ Por tanto, tiempo máximo de integración = $31,71 / 38,23 \times 100 = 83,0 \%$ máximo para medio EOS Por tanto, para compensar esto necesitamos $100 - 83 = 17 \%$ más de luz (de lo que necesitaríamos de otro modo en un periodo de escaneo a $76,43 \text{ us}$ ) $100 - (31,71 / 39,59 \times 100) = 20 \%$ más de luz que en el periodo de escaneo Z ( $79.1 \text{ us}$ )

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato para inspeccionar piezas de productos en un flujo de productos que comprende:
- un sistema (2, 4) para crear un flujo de piezas de productos para su distribución en vuelo libre a una estación de visualización (6);
- 5 un primer medio de iluminación (24) que comprende diodos emisores de luz para iluminar la estación de visualización (6) desde un lado del flujo de piezas de productos con reflexión de luz desde las piezas de productos;
- un segundo medio de iluminación (28) que comprende diodos emisores de luz para iluminar la estación de visualización (6) desde el otro lado del flujo con reflexión de luz desde las piezas de productos;
- 10 en el que cada uno de los medios de iluminación primero y segundo (24, 28) puede ser utilizado para emitir luz en al menos dos gamas diferentes de longitud de onda y / o de amplitud en respuesta a diferentes entradas de corriente eléctrica variables o alternas;
- un sistema de escaneo (26, 32) para recibir luz procedente de los medios de iluminación primero y segundo (24, 28):
- cuando es reflejada desde las piezas de productos a cada lado del flujo en la estación de visualización (6) y
- cuando es transmitida a través de la estación de visualización (6);
- 15 y un medio para activar los medios de iluminación primero y segundo (24, 28) alternativamente en unas fases de escaneo primera y segunda para iluminar sucesivamente piezas de productos en el flujo de piezas de productos en la estación de visualización (6).
2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la primera fase de escaneo, el primer medio de iluminación (24) emite luz en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul y el segundo medio de iluminación (28) emite luz sólo en la gama de longitud de onda del rojo.
- 20 3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que en la segunda fase de escaneo, el segundo medio de iluminación (28) emite luz en las gamas de longitud de onda del rojo y el azul y el primer medio de iluminación (24) emite luz sólo en la gama de longitud de onda del rojo.
4. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye iluminación auxiliar (30) en cada lado de la estación de visualización (6) para proporcionar retroiluminación a cada uno de los medios de iluminación primero y segundo (24, 28).
- 25 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los medios de iluminación correspondientes (24, 28) iluminan la estación de visualización desde el lado correspondiente en un primer ángulo y la iluminación auxiliar (30) ilumina el lado opuesto correspondiente desde un segundo ángulo diferente del primer ángulo.
- 30 6. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un medio de iluminación auxiliar (30) detrás de cada uno de los medios de iluminación primero y segundo (24, 28) para proporcionar retroiluminación en las fases de escaneo correspondientes.
7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 6 o cualquiera de las reivindicaciones anteriores cuando dependen de la reivindicación 5, en el que el medio de iluminación auxiliar o la iluminación auxiliar (30) emite luz en gamas de longitud de onda o de amplitud diferentes o variables o alternas.
- 35 8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 6 o cualquiera de las reivindicaciones anteriores cuando dependen de la reivindicación 5, en el que el medio de iluminación auxiliar o la iluminación auxiliar (30) emite luz en respuesta a entradas de corriente eléctrica diferentes, variables o alternas.
9. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una parte de determinación de fallos, en el que se proporciona una señal de sincronización de sistema para permitir una sincronización de varios elementos del sistema de escaneo (26, 32), de los medios de iluminación (24, 28) y de la parte de determinación de fallos del aparato.
- 40 10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el periodo de señal está dentro de la gama de 68  $\mu$ s a 84  $\mu$ s.
- 45 11. Método de inspección óptica, que comprende
- a) proporcionar un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

b) distribuir el flujo de piezas de productos en vuelo libre en la estación de visualización (6); y

5 c) activar alternativamente el primer medio de iluminación (24) y el segundo medio de iluminación (28) para iluminar el flujo de piezas de productos a través de unas fases de escaneo primera y segunda, en el que en la primera fase de escaneo, el primer medio de iluminación (24) ilumina con una primera longitud de onda o intensidad y el segundo medio de iluminación (28) ilumina con una segunda longitud de onda o intensidad y en la segunda fase de escaneo, el primer medio de iluminación (24) ilumina con una longitud de onda o intensidad diferente de la primera longitud de onda o intensidad y el segundo medio de iluminación (28) ilumina con una longitud de onda o intensidad diferente de la segunda longitud de onda o intensidad.

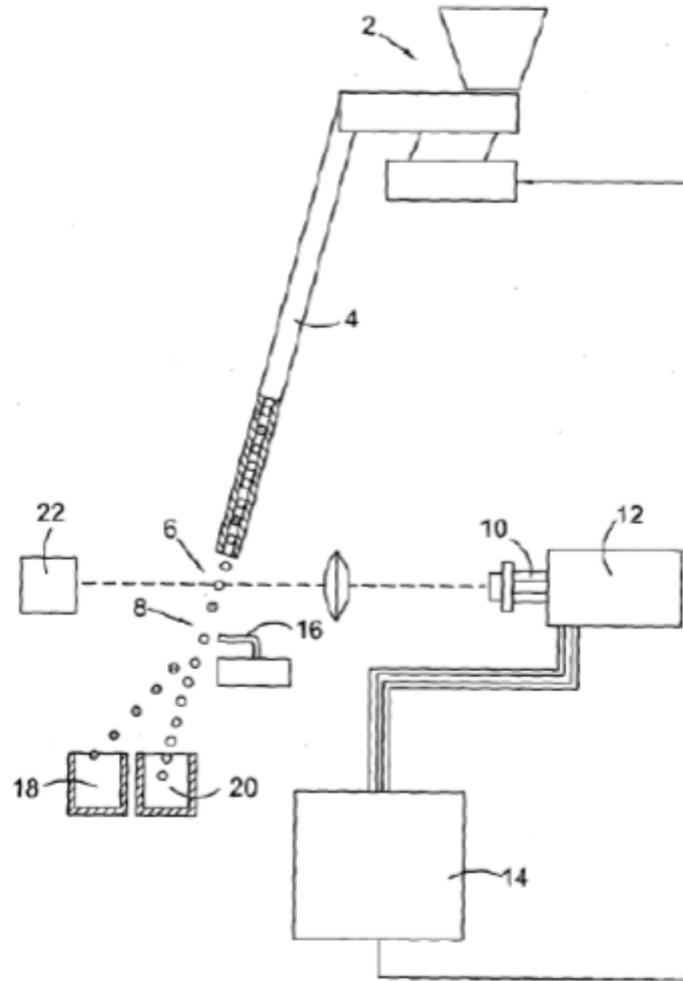


Fig.1

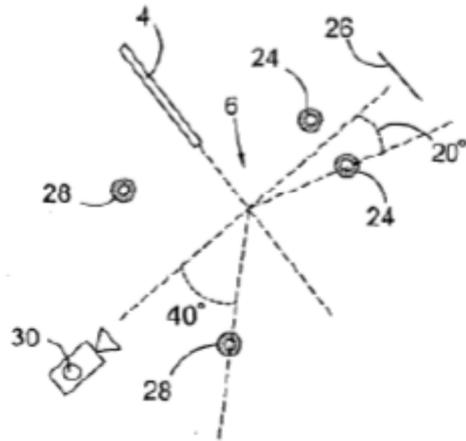


Fig.2

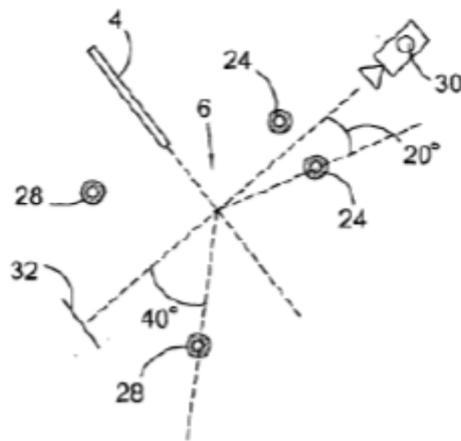


Fig.3

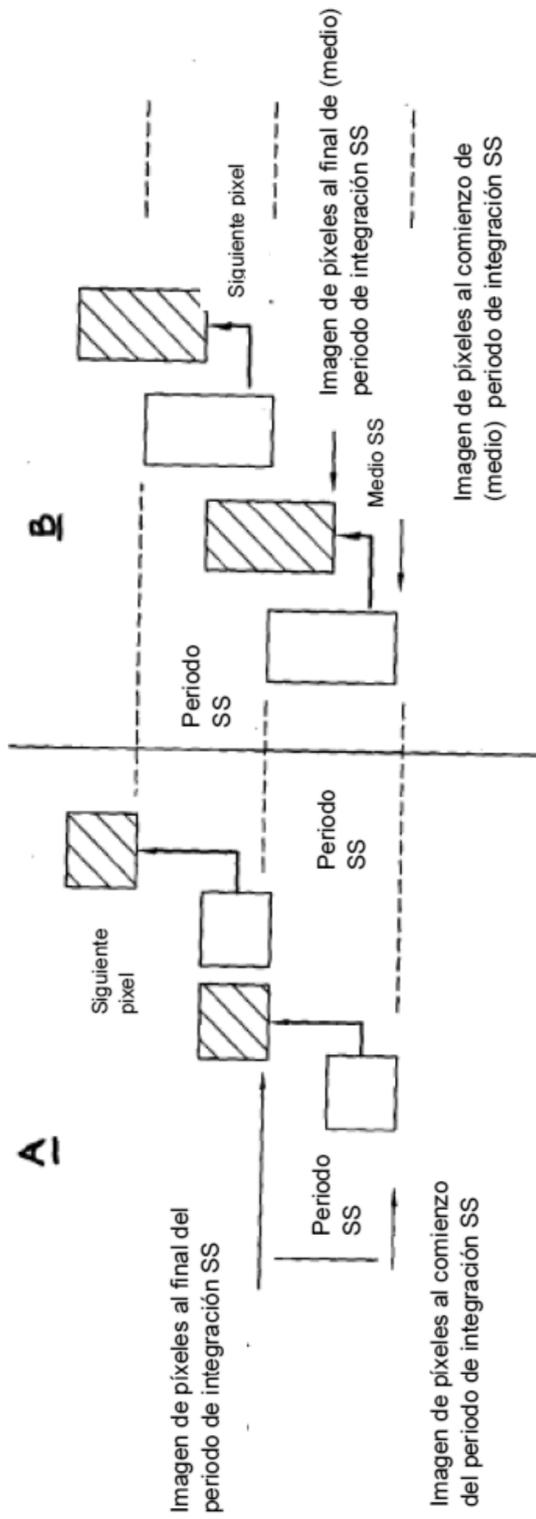


Fig.4

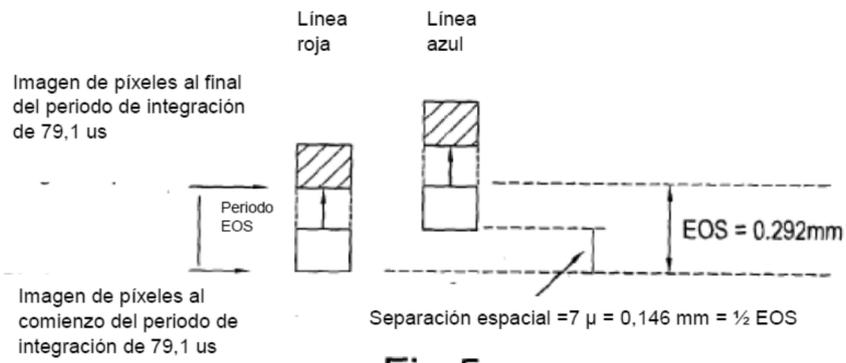


Fig.5

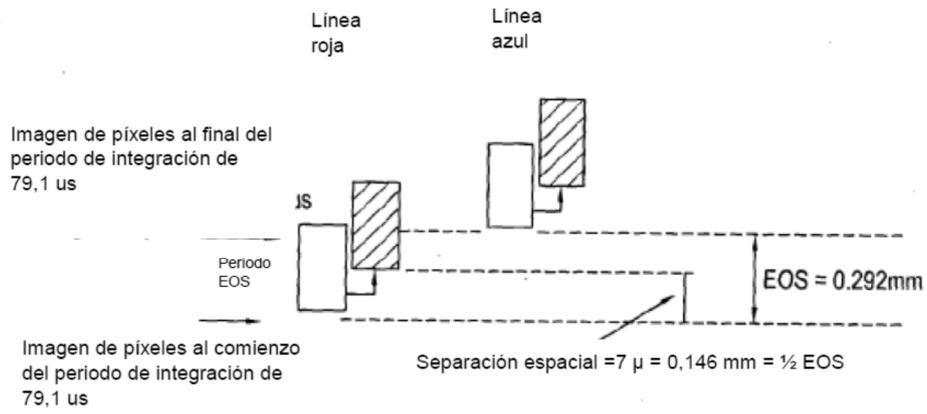


Fig.6

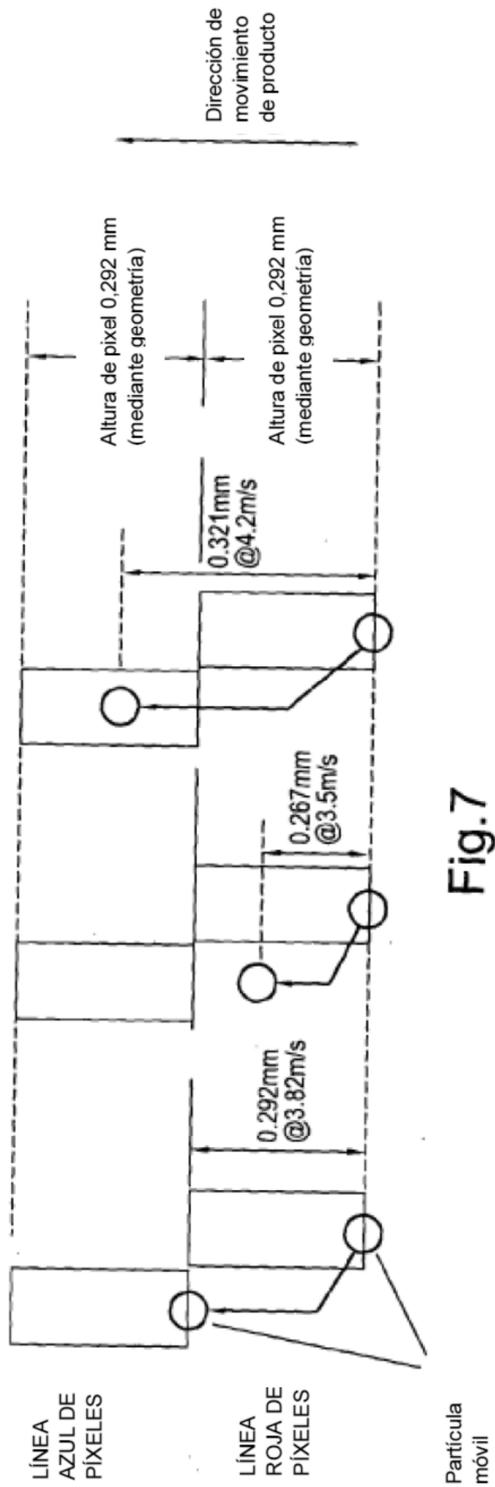


Fig.7

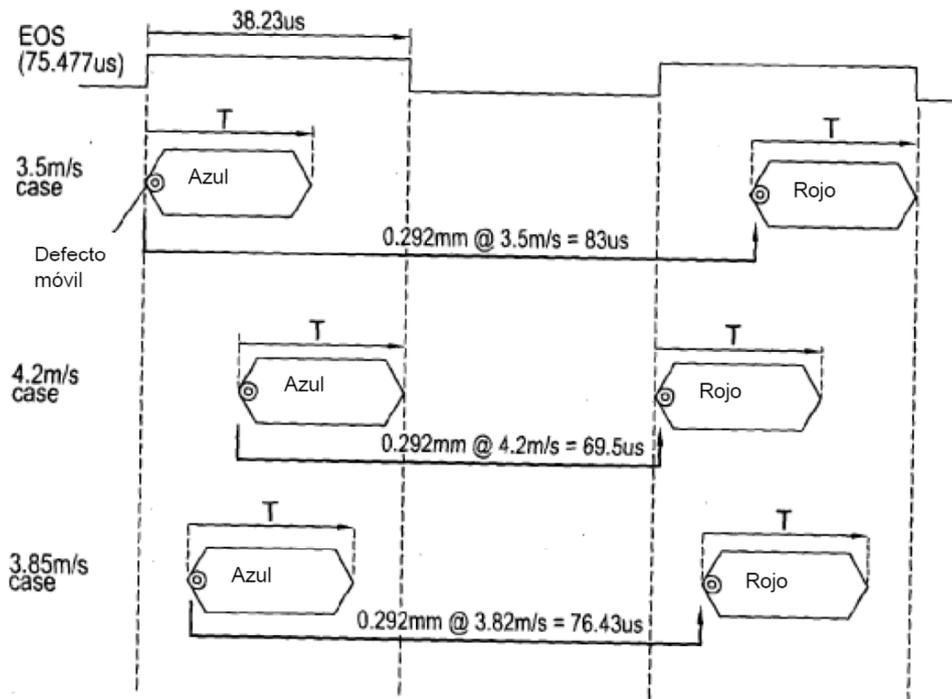


Fig.8