

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 973 545**

⑮ Int. Cl.:
B07C 5/342 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2020 E 20382436 (2)**

⑯ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023 EP 3912737**

⑭ Título: **Sistema y procedimiento de clasificación de productos envasados**

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2024

⑬ Titular/es:

**INNDEO PROYECTOS INDUSTRIALES, S.L.
(100.0%)
Bari 57. Planta Segunda. Local 4
50197 Zaragoza, ES**

⑭ Inventor/es:

**DE LA RED BELLVIS, EMILIO;
CALLEN BARCELONA, IVÁN y
ARTAL GONZÁLEZ, DANIEL**

⑭ Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 973 545 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

Sistema y procedimiento de clasificación de productos envasados

5 **Campo de la invención**

La presente invención es de utilidad en el sector de la fabricación de productos envasados y pertenece, más en particular, al campo técnico de la clasificación de envases, preferiblemente aunque sin carácter limitativo, envases de productos agroalimentarios y farmacéuticos.

10 El principal objeto de la presente invención es, por tanto, la clasificación de productos envasados tras su inspección con medios de visión artificial, preferiblemente envases termosellados. Dicha clasificación puede ser de utilidad, por ejemplo y sin carácter limitativo, en tareas de control de calidad.

15 El sistema y el procedimiento de clasificación según la presente invención son capaces de analizar imágenes de los productos envasados a clasificar, tanto en el espectro de luz visible, como en el espectro de luz infrarrojo y basar dicha clasificación en la inspección de las soldaduras provistas en dichos envases, y la detección de cualquier tipo de contaminación superficial en el producto contenido en el envase, o defecto de impresión en las películas de los envases.

20 **Antecedentes de la invención y problema técnico a resolver**

En el campo de la fabricación de productos envasados, por ejemplo de productos envasados termosellados, surge la necesidad de controlar la calidad de los envases. Para ello, es necesario comprobar la integridad de las soldaduras y detectar la presencia de posibles defectos como la presencia de burbujas o la presencia de elementos o cuerpos extraños que evitan la estanqueidad del sellado de las películas, permitiendo la entrada de aire, lo que produce una caducidad prematura del producto y supone un grave fallo de calidad.

30 Para este propósito se conoce, por ejemplo, a partir de las solicitudes de patente WO 2010/052431 y WO 2015/052445, medir la difusión de la luz en la zona del termosellado utilizando un haz lineal de luz. Dichas solicitudes de patente describen unos procedimientos que permiten detectar, en la zona de soldadura, la presencia de intrusos que conduce a una alteración, por una parte, de la calidad de la soldadura desde el punto de vista de la estanqueidad y, por otra parte, del aspecto estético relacionado con el producto y el envase.

35 La solicitud de patente WO 2013/007951 describe un procedimiento para controlar, en particular, las estructuras de envases termosellados con ayuda de un sensor lineal de imágenes y la patente US n.º 5.515.159 describe un sistema de visión para inspeccionar unas soldaduras de envase.

40 Las patentes EP 2350621 y EP 3055681 describen también un procedimiento y dispositivo para inspeccionar soldaduras de envase por control óptico mediante fotografía digital.

En la práctica, los dispositivos y procedimientos de la técnica anterior, arriba descritos, son satisfactorios para inspeccionar productos envasados (incluyendo las soldaduras de dichos envases) y clasificarlos en base a los resultados de dicha inspección siempre que dichos productos envasados presenten unas características ópticas homogéneas. No obstante, los dispositivos y procedimientos de la técnica anterior dejan de ser eficaces en aquellos casos en los que la zona de soldadura se invade con productos transparentes, como el interleaver (o separador) que se utiliza en los loncheados, o la grasa fundida, la cual es incolora. Además, las técnicas de inspección, detección de defectos y clasificación ya conocidas utilizan métodos de comparación de imagen dentro del espectro de luz visible, que resultan ineficaces en envases con películas impresas, donde los defectos se confunden habitualmente con las tintas de impresión. Dicho de otra forma, las técnicas son insuficientes para garantizar la calidad de las soldaduras y son ineficaces en el caso de utilizar películas con diferentes tintas de impresión.

55 Por otro lado, en el estado del arte se conocen los equipos de visión artificial hiperespectral, que se utilizan principalmente en laboratorios, satélites y drones, existiendo diferentes fabricantes de los mismos. Dichos equipos son capaces de obtener las llamadas imágenes hiperespectrales, es decir, imágenes que contienen información perteneciente a varias bandas espectrales diferentes comprendidas habitualmente entre los 400 y 2000 nanómetros de frecuencia y que pertenecen tanto a la región visible (de 400 a 750 nm) como a la región infrarroja del espectro electromagnético (longitud de onda superior a los 750 nm). Habitualmente, dichas imágenes hiperespectrales se procesan mediante espectrografía y pueden utilizarse para determinar la composición química mediante comparación de la firma espectral.

60 Así, por ejemplo, en la solicitud de patente EP1055115 se divulga un procedimiento para determinar la firma espectral de los distintos pixel de imágenes hiperespectrales, o lo que es lo mismo, un procedimiento para analizar la intensidad de la luz de cada pixel de imágenes hiperespectrales en cada una de las diferentes bandas predefinidas del espectro de luz infrarroja de las que constan dichas imágenes hiperespectrales.

En las Patentes de Estados Unidos 5512752, 4719351 y 5206510, las publicaciones de patente de Alemania DE 19601923, 19543134 y 4340795, y en las solicitudes de patente japonesas JP-A-9138194, 6288913 y 6210632 se divultan varios ejemplos de equipos de visión artificial hiperespectral.

- 5 Para capturar imágenes hiperespectrales, es necesario obtener una intensidad de luz suficiente en dichas bandas espectrales que abarcan tanto el espectro de luz visible como el infrarrojo. Las únicas fuentes de luz del estado de la técnica capaces de irradiar un espectro de luz uniforme (lineal) y con una intensidad que permite la captura a alta velocidad de las imágenes son las fuentes de luz halógenas.
- 10 No obstante, dichas fuentes de luz halógenas disipan una elevada potencia térmica, de tal forma que si los productos envasados se exponen a dichas fuentes luminosas, el calor generado podría llegar a degradarlos. Este hecho dificulta que las fuentes de luz halógenas puedan encapsularse dentro de una máquina compacta y complica notablemente, además, el hecho de que los dispositivos de visión artificial hiperespectral puedan emplearse en el campo de la inspección y clasificación de productos envasados.
- 15

Descripción de la invención

La presente invención tiene por objeto abordar todas las dificultades y desventajas de la técnica anterior antes indicadas, además de permitir la clasificación de los productos envasados en función de diferentes parámetros de calidad relacionados con su composición química superficial y detectar la contaminación superficial en los mismos.

Más en particular, un primer objeto de la invención se refiere a un sistema de clasificación de productos envasados, estando provisto dicho sistema de:

- 25 - al menos una cinta transportadora configurada para transportar los productos envasados desde una zona de entrada, hasta una zona de salida;
- al menos unos medios de captura lineal de imágenes, configurados para capturar imágenes de la luz reflejada o trasmisida en el espectro visible por los productos envasados a lo largo de una línea de captura de imagen predefinida;
- 30 - al menos unos medios de iluminación lineal configurados para emitir luz en el espectro de luz visible e iluminar la línea de captura de imagen;

estando dicho sistema caracterizado por que comprende, además:

- 35 - al menos unos medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales, configurados para capturar imágenes hiperespectrales de la luz reflejada o trasmisida en diferentes bandas del espectro infrarrojo por los productos envasados a lo largo de la línea de captura de imagen predefinida;
- al menos unos medios de iluminación lineal hiperespectral configurados para emitir luz en el espectro de luz infrarrojo e iluminar únicamente la línea de captura de imagen;
- 40 - unos primeros medios de procesado de imágenes, configurados para analizar la intensidad de la luz de cada pixel de las imágenes hiperespectrales en cada una de las diferentes bandas predefinidas del espectro de luz infrarrojo (lo que también se conoce como determinar la firma espectral de cada pixel), para comparar dicha firma espectral con un patrón de referencia y colorear los píxeles de las imágenes hiperespectrales de un tono preestablecido en función del resultado de la comparación de su firma espectral con el patrón de referencia, dando lugar a una imagen hiperespectral coloreada (también conocida como imagen química);
- 45 - unos segundos medios de procesado de imágenes, configurados para analizar al menos una zona de control predeterminada de cada imagen adquirida de los medios de captura lineal de imágenes y de cada imagen hiperespectral coloreada obtenida de los primeros medios de procesado de imágenes; para comparar al menos una zona de control de cada una de dichas imágenes con al menos un patrón de referencia; para clasificar dichas imágenes en función de dicha comparación con el patrón de referencia y para enviar instrucciones de clasificación a unos medios de accionamiento; y
- unos medios de accionamiento, configurados para recibir las instrucciones de clasificación y accionar unos medios de clasificación de los productos envasados en base a dichas instrucciones de clasificación, estando los medios de clasificación dispuestos en la zona de salida.

55 Los productos envasados clasificados por la presente invención están preferiblemente provistos de un envase que comprende al menos dos películas termosoldadas (es decir, están soldadas entre sí mediante calor). Las dos películas de este tipo de envases están preferiblemente provistas de una base de film plástico, que comprende al menos un alveolo donde se depositan los productos a envasar y sobre la cual se adhiere una segunda película, soldada mediante un fundido por calor con el fin de garantizar la estanqueidad del alveolo. Cuando los productos son medicamentos, dichas películas suelen ser de aluminio laminado, o un híbrido entre aluminio y plástico.

60 Los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales contemplados por la presente invención permiten capturar de forma automática la luz reflejada y trasmisida por los productos envasados en los envases dentro del espectro infrarrojo, descomponiéndola en diferentes bandas de frecuencia (preferiblemente desde 1 hasta 250 bandas de frecuencia). Esto permite obtener un conjunto de imágenes para cada una de las bandas de frecuencia, lo que se

conoce como imagen hiperespectral, cuyo número de capas de imágenes coincide con el número de bandas de frecuencia que se analizan.

- 5 Las imágenes hiperespectrales son procesadas por los primeros medios de procesado de imágenes que analizan pixel a pixel la distribución de la intensidad de la luz en cada una de las bandas de frecuencia, lo que se conoce como firma espectral del pixel, asignando un tono de color al mismo, tras la comparación con otras firmas espectrales (o patrones de referencia) y la aplicación de diferentes reglas de identificación de patrones preestablecidos de firmas similares. Mediante la asignación de tonos diferentes a los diferentes rangos de firma espectral, las imágenes hiperespectrales de los productos envasados, se convierten en las llamadas imágenes químicas. Esta técnica permite poder distinguir 10 compuestos químicos de colores aparentemente idénticos ante la luz visible, además de permitir visualizar el contenido de los envases a través de las películas, incluso en el caso de que estas estén impresas con tintas opacas, ya que en el espectro de luz infrarrojo la gran mayoría de las tintas opacas a la luz son transparentes.
- 15 Asimismo, dichas imágenes químicas permiten, a su vez, el análisis de la composición química superficial del producto envasado por comparación de dichas imágenes químicas con diferentes patrones de comparación predefinidos.
- 20 Las imágenes químicas obtenidas a partir del coloreado de las imágenes hiperespectrales, son procesadas posteriormente por los segundos medios de procesado de imágenes, configurados para determinar la conformidad o disconformidad de las imágenes en base a parámetros de comparación preestablecidos. Esto permite la clasificación 25 de los productos envasados en base a su calidad, la detección de contaminación en los productos, y la verificación de otros parámetros de los envases como la correcta impresión de códigos, etiquetas o el correcto posicionado de la película. Para ello, los segundos medios de procesado de imágenes comprenden preferiblemente medios lógicos programables provistos de algoritmos de visión artificial.
- 30 Los patrones de referencia utilizados por los primeros medios de procesado de imágenes para compararlos con la firma espectral de las imágenes hiperespectrales incluyen, preferiblemente, al menos una de las siguientes tonalidades cromáticas:
- una tonalidad cromática asociada a contaminación en el termosellado,
 - una tonalidad cromática asociada a contaminación superficial,
 - una tonalidad cromática asociada al producto contenido en el envase,
 - una tonalidad cromática asociada al fondo de la imagen.
- 35 De este modo, gracias a las tonalidades cromáticas enunciadas en el párrafo anterior, los sistemas y procedimientos de clasificación según la presente invención permiten la detección de numerosos defectos en un producto envasado, (que serán descritos más adelante en la presente descripción).
- 40 Los segundos medios de procesado de imágenes capturan la luz reflejada y transmitida por los productos envasados dentro del espectro de luz visible, y permiten analizar de forma automática, y a una muy alta velocidad, parámetros visibles por el ojo humano tales como: la impresión de códigos de barras, códigos y fechas impresas, el correcto posicionado de las películas, la presencia y posición de etiquetas adhesivas y la presencia de contaminantes que se diferencian por color de los productos envasados.
- 45 La captura y el procesado de estas imágenes en el espectro de luz visible, permite garantizar la calidad de los productos envasados, ya que hace posible verificar los códigos impresos y trazar adecuadamente el control de calidad de los productos, verificar la correcta impresión de datos críticos como las fechas de caducidad o de consumo preferente, evitar defectos estéticos, como el desplazamiento de la película en la envasadora, o la correcta instalación e impresión de una etiqueta adicional requerida en diversas ocasiones por los clientes.
- 50 Estas imágenes en el espectro visible, al igual que las imágenes químicas, también son analizadas por los segundos medios de procesado de imágenes, determinando la conformidad o disconformidad de los productos envasados con una serie de parámetros de comparación preestablecidos.
- 55 Según lo expuesto anteriormente y de acuerdo con la presente invención, los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales toman imágenes exclusivamente de una línea de visión (o línea de captura de imagen) predefinida. La anchura de la línea de captura de imagen puede variar en función de la distancia concreta a la que estén situados dichos medios de captura de imágenes, pudiendo ser, por ejemplo y sin carácter limitativo, del orden de décimas de milímetros.
- 60 Cada imagen hiperespectral, se compone mediante la captura de sucesivas líneas en diferentes bandas espectrales. Posteriormente, los valores de intensidad de luz en cada banda espectral para cada pixel de la imagen hiperespectral, es decir, la firma espectral del pixel, se comparan con una firma patrón, y como resultado se le asigna un tono de color componiendo lo que se denomina una imagen química. Asimismo, dentro de cada imagen química, se establecen una o varias regiones de interés, que permiten detectar la presencia de determinados tonos de color, permitiendo la clasificación de las imágenes en función de diferentes métodos de comparación relacionados con la inspección de calidad deseada.

- Asimismo, los medios de captura de imágenes en el espectro de luz visible también toman imágenes exclusivamente de una línea de visión, componiendo las imágenes mediante la captura de sucesivas líneas. Igualmente, dentro de cada imagen, los segundos medios de procesado de imágenes establecen una o varias regiones de interés, que mediante diferentes métodos de comparación permiten la clasificación de las imágenes en función de métodos adicionales de comparación también relacionados con la inspección de calidad deseada.
- De este modo, la presente invención permite decidir si un producto envasado cumple con los requisitos de calidad y por tanto pasa a la línea de expedición, o en caso contrario si se detectase la presencia de un defecto, ordenar su rechazo enviando una instrucción correspondiente a los medios de accionamiento de los medios de clasificación.
- Dichos medios de clasificación comprenden, preferiblemente, un dispositivo de soplado neumático, una cinta abatible, un empujador neumático o una electroválvula neumática conectada a un rechazador.
- Asimismo, los medios de accionamiento comprenden preferiblemente un controlador lógico programable conectado a los segundos medios de procesado de imágenes. Los primeros y/o los segundos medios de procesado de imágenes están preferiblemente provistos de medios lógicos programables, por ejemplo, un computador.
- La presente invención contempla que los medios de captura lineal de imágenes y los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales puedan tomar imágenes, tanto de la cara superior, como de la cara inferior de los productos envasados. Además, la presente invención contempla que los medios de iluminación lineal y los medios de iluminación lineal hiperespectral puedan iluminar los productos envasados, tanto de forma directa como al trasluz.
- El sistema de clasificación según la presente invención, al igual que el procedimiento de clasificación de la invención (que será descrito en detalle más adelante) permiten la detección de los siguientes defectos de un producto envasado:
- defectos en el termosellado de los alveolos de los envases por contaminación de aire o producto, incluso en el caso de que sean debidos a burbujas, regiones no soldadas o partes grasas o húmedas incoloras, independientemente del color de la tinta de impresión que se utilice en la película de sellado y del color del producto envasado;
 - presencia o ausencia del producto en el interior del alveolo, siendo especialmente útil en los productos de bajo peso cuya ausencia no puede ser detectada por una báscula, como sucede en el caso de los productos farmacéuticos;
 - posicionado adecuado del producto dentro del alveolo, verificando que se halle dentro de unas regiones de control establecidas;
 - desviaciones en su composición química con respecto a un patrón de referencia en la firma espectral de los productos envasados (p.ej. humedad, proteína, grasa, azúcares, almidón, acidez, sal, ...);
 - detección de contaminación superficial en el producto contenido en el envase, incluso en el caso de que esta se confunda visualmente con el producto;
 - correcto posicionado de las películas de los envases, detectando si la impresión de la película de sellado se halla desplazada con respecto a la posición esperada en la película que contiene los alveolos; y
 - lectura de códigos impresos o etiquetas adhesivas, permitiendo verificar la correcta impresión de fechas de caducidad, lotes y etiquetados sobre cualquiera de las películas.
- En resumen, la presente invención permite analizar el correcto termosellado de los envases y, además, clasificar los productos envasados en función de su calidad, la detección de posibles agentes contaminantes y cualquier otro defecto de impresión en las películas. Esto supone una mejora significativa en la detección de posibles defectos, con respecto a las técnicas anteriores.
- Igualmente, la presente invención captura la luz reflejada por los productos envasados tanto en el espectro de luz infrarrojo como en el espectro de luz visible. Esto permite obtener imágenes del producto envasado a través de las películas, incluso aun en el caso de que dichas películas estén impresas con tintas opacas a la luz visible, lo que supone una mejora con respecto a los equipos de visión con un propósito similar existentes en la actualidad.
- Los medios de captura lineal de imágenes comprenden, preferiblemente, una cámara digital lineal. Asimismo, los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales comprenden, preferiblemente, una cámara digital lineal hiperespectral configurada para capturar imágenes en el espectro que abarca desde los 400 a los 2000 nanómetros de longitud de onda.
- El sistema de clasificación según la presente invención comprende preferiblemente, además, un monitor de visualización configurado para mostrar imágenes obtenidas por los medios de captura de imágenes (tanto en el espectro visible como en el infrarrojo), estando el monitor provisto además de botones de actuación y pilotos luminosos que permiten configurar diferentes parámetros de funcionamiento y navegar por diferentes pantallas.
- En una realización preferida de la invención, en la zona de entrada y en la zona de salida están provistos sensores de presencia. De esta forma es posible monitorizar la entrada y la salida de los productos envasados, lo que permite

detectar posibles atascos y reducir el consumo de energía del sistema de clasificación temporizando el encendido y apagado de los medios de iluminación.

Asimismo, el sistema de clasificación de la invención comprende preferiblemente dos cintas alimentadoras dispuestas en serie entre sí, existiendo un espacio de separación entre ambas cintas alimentadoras y estando la línea de captura de imagen ubicada en dicho espacio de separación. Aún más preferiblemente, el sistema de clasificación según la presente invención está provisto, además, de un armario superior y un armario inferior en los que están alojados los medios de captura lineal de imágenes, los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales, los medios de iluminación lineal hiperespectral y/o los medios de iluminación lineal.

Los armarios superior e inferior cuentan, preferiblemente, con una junta elastomérica que garantiza su estanquidad durante las operaciones de limpieza y con al menos un carro extraíble al que están fijados los medios de captura lineal de imágenes, los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales, los medios de iluminación lineal hiperespectral y/o los medios de iluminación lineal. Dicho carro extraíble facilita las operaciones de mantenimiento.

Además, los medios de captura lineal de imágenes y/o los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales pueden estar provistos de un cable de comunicación conectado a los medios de procesado de imágenes por el que se transmite la correspondiente secuencia de imágenes digitales.

Los medios de iluminación lineal hiperespectral de uso en la presente invención concentran el haz de luz hiperespectral en una línea de anchura predefinida (la línea de captura de imagen), reduciendo la potencia eléctrica de la lámpara halógena, y por tanto reduciendo también la irradiación térmica que reciben los productos envasados. Dichos medios de iluminación hiperespectral demandan una menor disipación de calor (evitando, por tanto, posibles daños a los productos envasados) y permiten obtener una alta potencia lumínica. El nivel de iluminación que otorgan permite reducir el tiempo de exposición necesario de los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales, y permiten la captura a alta velocidad de las líneas que componen las imágenes hiperespectrales, a la vez que permiten la captura con una mayor nitidez de las líneas.

Esto supone una novedad en el estado de la técnica en los sistemas de iluminación que emiten dentro del espectro infrarrojo y hace viable el uso de medios de iluminación lineal hiperespectral en aplicaciones industriales en línea.

Los medios de iluminación lineal hiperespectral de uso en la presente invención comprenden preferiblemente un bloque térmicamente conductor (por ejemplo, un bloque metálico) acoplado a unas aletas disipadoras de calor, estando dicho bloque provisto de una cavidad interior en forma de parábola con un acabado superficial reflectante, estando provista una lámpara halógena lineal en el foco de dicha parábola de tal modo que la luz emitida por la lámpara es reflejada por la parábola y se concentra en una franja luminosa de anchura fija, estando enfocada dicha franja luminosa a una lente de Fresnel lineal configurada para concentrar la luz recibida en una línea de anchura predefinida, la línea de captura de imagen, que es precisamente la misma línea a lo largo de la cual capturan la luz infrarroja los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales.

Los medios de iluminación lineal hiperespectral también pueden estar preferiblemente provistos de un mecanismo de desplazamiento de la lente de Fresnel lineal. Dicho mecanismo permite variar el enfoque de la lente de Fresnel y por tanto, modificar la anchura de la línea de captura de imagen.

La lente de Fresnel lineal puede estar separada del foco de calor (la lámpara halógena lineal), lo que permite su fabricación con materiales plásticos mecanizados de bajo coste de fabricación.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de clasificación de productos envasados utilizando un sistema de clasificación según el primer aspecto de la invención, estando caracterizado dicho procedimiento de clasificación por que comprende las siguientes etapas:

- accionar al menos una cinta transportadora para transportar los productos envasados desde una zona de entrada hasta una zona de salida;
- accionar los medios de iluminación lineal y los medios de iluminación lineal hiperespectral para que iluminen la línea de captura de imagen;
- accionar los medios de captura lineal de imágenes para capturar imágenes de la luz reflejada o transmitida en el espectro visible por los productos envasados a lo largo de la línea de captura de imagen y accionar los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales para capturar imágenes hiperespectrales de la luz reflejada o transmitida en el espectro infrarrojo por los productos envasados a lo largo de la línea de captura de imagen;
- con los primeros medios de procesado analizar la intensidad de la luz de cada pixel de las imágenes hiperespectrales en diferentes bandas predefinidas del espectro de luz infrarrojo, para establecer la firma espectral de las imágenes hiperespectrales en base a dicho análisis de la intensidad, comparar la firma espectral de las imágenes hiperespectrales con un patrón de referencia y colorear las imágenes hiperespectrales de un tono preestablecido en función del resultado de la comparación de su firma espectral con el patrón de referencia, para dar lugar a unas imágenes hiperespectrales coloreadas;
- con los segundos medios de procesado de imágenes, analizar al menos una zona de control predeterminada de

cada imagen adquirida de los medios de captura lineal de imágenes y de cada imagen hiperespectral coloreada obtenida de los primeros medios de procesado de imágenes; comparar al menos una zona de control de cada una de dichas imágenes con al menos un patrón de referencia; clasificar dichas imágenes en función de dicha comparación con el patrón de referencia y enviar instrucciones de clasificación a unos medios de accionamiento;

- 5 y
 - recibir las instrucciones de clasificación y, con los medios de accionamiento, accionar los medios de clasificación de los productos envasados en base a dichas instrucciones de clasificación.

10 La zona de control analizada por los segundos medios de procesado de imágenes comprende, preferiblemente, una banda de termosellado del producto envasado, un alveolo donde se encuentran depositados los productos que se han envasado o una zona en la que están provistos códigos impresos del producto envasado.

15 Preferiblemente, los segundos medios de procesado, al analizar al menos una zona de control predeterminada, cuantifican los pixeles de al menos una tonalidad predeterminada que están presentes en dicha zona de control, analizando el contorno y superficie de las porciones de dicha tonalidad predeterminada.

Breve descripción de las figuras

20 A continuación, se describen de manera breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención, que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención y se presentan como unos ejemplos no limitativos de esta.

25 La **Fig. 1** es una vista esquemática lateral de una primera realización de un sistema de clasificación de productos envasados según la presente invención;

30 la **Fig. 2** es una vista esquemática lateral de un detalle de la realización mostrada en la Figura, en el que pueden apreciarse mejor los medios de iluminación lineal hiperespectral;

35 la **Fig. 3A** es una vista esquemática en corte transversal de los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales y las **Figs. 3B a 3D** son vistas esquemáticas del procedimiento de formación de las imágenes químicas;

40 la **Fig. 4A** es una vista superior de un detalle de un sistema de clasificación de productos envasados según la presente invención y la **Fig. 4B** muestra esquemáticamente un posible ejemplo de las regiones de interés de las imágenes que se capturan;

45 las figuras **5A-C** muestran a modo de ejemplo una secuencia de imágenes obtenidas por los medios de captura lineal de imágenes hiperespectrales convertidas en imágenes químicas y cómo se procesan mediante el sistema y procedimiento de la invención para detectar contaminación en la zona del termosellado;

50 las **Figs. 6 y 7** muestran una realización preferente del dispositivo de clasificación de envases aquí reivindicado; y la **Fig. 8** muestra una realización preferente de los medios de iluminación lineal hiperespectral según la presente invención.

40 Descripción de realizaciones preferentes de la invención

Seguidamente se proporciona, con ayuda de las figuras 1 a 8 adjuntas, una descripción en detalle de varios ejemplos de realización preferente de la presente invención.

45 A lo largo de la presente descripción, así como en las figuras adjuntas, los elementos con funciones iguales o similares se designarán con las mismas referencias numéricas.

50 En la **Figura 1** se muestra una representación esquemática de un sistema de clasificación de productos envasados según la presente invención.

55 En la realización allí mostrada, el sistema de clasificación se emplea para inspeccionar envases termosellados de productos envasados (1) alimentarios como, por ejemplo, embutido, jamón o queso o medicamentos, y permite el rechazo de aquellos productos (10) que no cumplen parámetros de calidad predefinidos, gracias a la actuación de unos medios (9) de clasificación que consisten, en esta realización de la invención, en una cinta basculante.

60 El sistema de clasificación está provisto, además, de dos cintas transportadoras (2), dispuestas una en serie a la otra, las cuales cuentan con dos sensores (8) de presencia que detectan la entrada y la salida de los productos envasados (1), de modo que ambas cintas (2) cuentan con una abertura en la transición entre ellas, en la cual tiene lugar, en esta realización de la invención, la captura de las imágenes de la superficie inferior del envase de los productos envasados (2). El sistema cuenta con dos medios (4) de captura lineal de imágenes en el espectro visible, los cuales en esta realización son cámaras digitales lineales y dos medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales en el espectro infrarrojo, estando dos de los medios de captura situados en el armario superior (41) y los otros dos en el armario inferior (42). Los medios (4) y (5) captan las imágenes a lo largo de una línea (3) de captura de imágenes.

65 En este ejemplo de realización, los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral son cámaras digitales hiperespectrales y se ubican en el armario superior (41) y permiten capturar imágenes en espectro visible y en el

infrarrojo de la superficie superior del envase mediante iluminación directa, la captura de la superficie inferior del envase al trasluz en el espectro infrarrojo y de forma directa en el espectro de luz visible.

5 También están provistos medios (7) de iluminación lineal en el espectro de luz visible, los cuales, en esta realización, están provistos en la parte inferior para permitir la captura de imágenes en el espectro de luz visible de la superficie inferior del envase.

10 El sistema también cuenta con unos primeros medios (12) de procesado para procesar las imágenes hiperespectrales y unos segundos medios (13) de procesado de imagen configurados para analizar al menos una zona de control predeterminada de cada imagen de la secuencia de imágenes, adquiridas de las cámaras digitales lineales (4) y de los primeros medios (12) de procesado. Tanto los primeros medios (12) de procesado, como los segundos medios (13) de procesado, están alojados en un armario (11) de protección.

15 También están provistos unos medios (14) de accionamiento que comprenden un controlador lógico programable (14) y están configurados para actuar sobre los medios (9) de clasificación de los envases al enviarles instrucciones de clasificación. Los medios (14) de accionamiento reciben a su vez instrucciones de los medios (13) de procesado de imagen.

20 La realización del sistema de clasificación de envases mostrado en la Fig. 1 está provista además de un monitor (15) de visualización, unos botones de actuación y pilotos de funcionamiento (16) y un software con una interfaz táctil. Dicho software permite configurar los diferentes parámetros de funcionamiento del equipo y navegar por las pantallas de la aplicación, la cual está programada para mostrar imágenes de la secuencia de imágenes capturada por los medios (4) y (5) de captura de imágenes, mostrar un panel de control con el estado de funcionamiento del dispositivo, mostrar las imágenes clasificadas y el historial de las clasificaciones realizadas.

25 En la **Figura 2** se muestra una representación en sección transversal de los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral, los cuales están enfocados a un producto envasado (1). El envase comprende un alveolo (31), donde se deposita el producto (39) a envasar, el cual se sella mediante termosoldadura de una película superior (32) con una película inferior que conforma el alveolo.

30 Como puede apreciarse en dicha figura, los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral consisten, en esta realización de la invención, en un bloque metálico (17) acoplado a unas aletas (18) disipadoras de calor, y cuentan con una cavidad (19) en forma de parábola a lo largo del bloque, en cuyo foco se instala una lámpara halógena lineal (20), de tal modo que la luz que emite es reflejada por la parábola, la cual cuenta con un acabado superficial espejado, de forma que la reflexión de la luz se concentra en una franja luminosa (22) de anchura fija, la cual está enfocada a una lente (21) de Fresnel lineal, que a su vez concentra la luz en la línea (3) de captura de imágenes, cuya anchura puede regularse mediante un mecanismo (23), el cual mediante un desplazamiento de la lente (21) regula su enfoque.

40 En esta realización de la invención, la línea de luz producida por los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral enfoca una franja en la cara superior del producto envasado (1), que permite a los medios (4) y (5) de captura de imágenes capturar imágenes a lo largo de la línea (3) de captura de imágenes, tanto de forma directa, por medio de la cámara de digital hiperespectral (5) superior, como al trasluz a través de la abertura existente entre las dos cintas transportadoras (2), por medio de la cámara digital hiperespectral inferior (5).

45 En la **Figura 3A** se muestra una representación en sección longitudinal de medios (6) de iluminación lineal hiperespectral y además se muestra de forma esquemática cómo los medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales envían las líneas de imagen hiperespectral de la luz reflejada o transmitida en diferentes bandas del espectro infrarrojo (24) a los primeros medios (12) de procesado de imagen, los cuales, como se muestra esquemáticamente en las Figuras 3B a 3D, componen una imagen hiperespectral (29), la cual está formada por diferentes pixeles (25), en cada uno de los cuales se halla registrada la intensidad de la luz capturada en las diferentes bandas de frecuencia del espectro de luz infrarrojo, lo que se conoce como firma espectral (26), y posteriormente compone una secuencia de imágenes denominadas imágenes químicas (30), en las que los pixeles de dichas imágenes se colorean, estando el tono (28) de coloreado de los diferentes pixeles determinado en esta realización de la invención por un software implementado en los medios (12) de procesado de imagen en base a la comparación de la firma espectral (26) con unos patrones (27) de referencia predeterminados. Posteriormente, las imágenes químicas (30) se envían a los segundos medios (13) de procesado de imagen.

55 La **Figura 4A** es una vista superior en la que se muestra esquemáticamente el paso de un producto envasado termosellado (1) sobre la zona de separación de las dos cintas transportadoras (2), así como la línea (3) de captura de imágenes. En esta realización de la invención, el producto envasado está provisto de dos alveolos (31), donde se depositan los productos (39) y sobre el cual se adhiere una película superior mediante un proceso de termosoldadura, a lo largo de una banda (33) de termosellado dispuesta alrededor de los alveolos (31).

60 En la **Figura 4B** se muestra un esquema de la zona (36) de control de las imágenes a procesar, comprendiendo dicha zona (36) de control diferentes regiones de interés a analizar, la zona (36) de control incluye, en este ejemplo concreto de realización de la invención, el alveolo (38) en cuyo interior se encuentra el producto (39) envasado a analizar, el

cual puede presentar contaminación superficial (35). La zona (36) de control también incluye el termosellado (33), el cual está delimitado por la banda que comprende el termosellado alrededor del alveolo (37), pudiendo dicha banda presentar contaminación del propio producto envasado o de un contaminante (34).

- 5 En las **Figuras 5A-5C** se muestran imágenes químicas (30) de unos envases de jamón serrano, en las que se ilustra, entre otros aspectos de la invención, cómo se detecta la zona (36) de control del envase, la región de interés del termosellado (37) y la presencia de contaminación (34) en la misma, mediante el procesado de las diferentes regiones.
- 10 Más en particular, en la **Fig. 5A** se muestran dos imágenes químicas (30) generadas por los primeros medios (12) de procesado de imagen, a partir de dos modelos diferentes de asignación de tono (28) de color en base a la comparación con diferentes modelos de firma espectral (26). De izquierda a derecha, la primera imagen se compone para diferenciar las zonas de control del envase, la segunda para detectar la contaminación del termosellado.
- 15 En la **Fig. 5B** se muestran, a modo de ejemplo, secuencias del procesado de las imágenes químicas de unos envases de jamón serrano, en las que se ilustran, entre otros aspectos de la invención, cómo se detecta la zona (36) de control del envase, y la región de interés del termosellado (37). De izquierda a derecha, la primera imagen se procesa para detectar el contorno del envase, la segunda imagen para determinar la zona (36) de control del envase, la tercera imagen para determinar las regiones de interés del termosellado (37).
- 20 Más en particular, en la **Fig. 5C** se muestra, a modo de ejemplo, cómo se detecta la presencia de contaminación (34) en el termosellado (37), mediante la comparación del patrón de color de la contaminación en la región de interés del termosellado (37), procesando las diferentes regiones de interés.
- 25 En las **Figuras 6 y 7** se muestra, en vista frontal e isométrica, una posible forma de realización del sistema de clasificación de productos envasados.

La **Fig. 6** representa en vista frontal los diferentes elementos del sistema de clasificación de productos envasados según la invención, ya descritos anteriormente en las figuras 1 y 2, con el fin de facilitar la comprensión de los esquemas. En este caso, el sistema está provisto de dos medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales, 30 uno ubicado en el armario superior (41) con iluminación directa y otro ubicado en el armario inferior (42) con iluminación al trasluz. En esta realización, están provistos dos medios (6) de iluminación lineal hiperespectral diferentes, dispuestos de forma simétrica entre sí con respecto a la línea de captura de imagen.

35 De esta forma, si se funde la lámpara halógena de los primeros medios (6) o dichos medios (6) dejan de funcionar por algún otro motivo, existen unos segundos medios (6) de respaldo o repuesto ubicados de forma simétrica. También se muestran unos medios (4) de captura lineal de imágenes en el espectro de luz visible, iluminados de forma directa por unos medios (7) de iluminación lineal también ubicados en el armario superior (41).

40 Más en particular, la **Fig. 7** representa lo mismo que la Fig. 6 en vista isométrica, solo que en este caso se despliegan los carros extraíbles (43) de los armarios superior (41) e inferior (42) para visualizar mejor los diferentes medios de captura de imagen y los medios de iluminación del dispositivo de clasificación de productos envasados.

45 En la **Figura 8** se muestra, en vista isométrica, una posible forma de realización de los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral. En esta realización particular de la invención, el bloque metálico (17) acoplado a las aletas disipadoras (18) se dispone de forma perpendicular a la dirección de paso de los productos envasados, con una cierta inclinación sobre la cinta transportadora (2), enfocando el haz hacia la lente de Fresnel lineal (21), la cual se halla ensamblada a un mecanismo (23) que permite regular la posición y orientación de la lente, y por tanto, la anchura de la línea de iluminación enfocada a la zona de captura de la cámara hiperespectral (3) que incide sobre el envase.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de clasificación de productos envasados (1), estando provisto dicho sistema de:
 - 5 - al menos una cinta transportadora (2) configurada para transportar los productos envasados (1) desde una zona de entrada hasta una zona de salida;
 - al menos unos medios (4) de captura lineal de imágenes, configurados para capturar imágenes de la luz reflejada o transmitida en el espectro visible por los productos envasados (1) a lo largo de una línea (3) de captura de imagen predefinida;
 - 10 - al menos unos medios (7) de iluminación lineal, configurados para emitir luz en el espectro de luz visible e iluminar la línea (3) de captura de imagen; estando dicho sistema caracterizado por que comprende además:
 - al menos unos medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales, configurados para capturar imágenes hiperespectrales de la luz reflejada o transmitida en diferentes bandas del espectro infrarrojo (24) por los productos envasados (1) a lo largo de la línea (3) de captura de imagen predefinida;
 - al menos unos medios (6) de iluminación lineal hiperespectral configurados para emitir luz en el espectro de luz infrarrojo e iluminar únicamente la línea (3) de captura de imagen;
 - unos primeros medios (12) de procesado de imágenes, configurados para determinar la firma espectral de cada pixel (25) de las imágenes hiperespectrales (29) en diferentes bandas predefinidas del espectro de luz infrarrojo, para comparar la firma espectral (26) de cada pixel de las imágenes hiperespectrales con un patrón (27) de referencia y para colorear las imágenes hiperespectrales (29) de un tono preestablecido (28) en función del resultado de la comparación de su firma espectral (26) con el patrón (27) de referencia, dando lugar a unas imágenes hiperespectrales coloreadas (30);
 - unos segundos medios (13) de procesado de imágenes, configurados para analizar al menos una región de zona (36) de control predeterminada de cada imagen adquirida de los medios (4) de captura lineal de imágenes y de cada imagen hiperespectral coloreada (30) obtenida de los primeros medios (12) de procesado de imágenes; para comparar al menos dicha zona (36) de control de cada una de dichas imágenes con al menos un patrón de referencia; para clasificar dichas imágenes en función de dicha comparación con el patrón de referencia y para enviar instrucciones de clasificación a unos medios (14) de accionamiento; y
 - 30 - unos medios (14) de accionamiento, configurados para recibir las instrucciones de clasificación y accionar unos medios (9) de clasificación de los productos envasados (1) en base a dichas instrucciones de clasificación, estando los medios (9) de clasificación dispuestos en la zona de salida.
- 35 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que los medios (4) de captura lineal de imágenes comprenden una cámara digital lineal.
3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales comprenden una cámara digital lineal hiperespectral configurada para capturar imágenes en el espectro de 400 a 2000 nanómetros de longitud de onda.
- 40 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de clasificación (9) comprenden un dispositivo de soplado neumático, una cinta abatible, un empujador neumático o una electroválvula neumática conectada a un rechazador.
- 45 5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (14) de accionamiento comprenden un controlador lógico programable conectado a los segundos medios (13) de procesado de imágenes.
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que, además, comprende un monitor (15) de visualización configurado para mostrar imágenes obtenidas por los medios (4) y (5) de captura de imágenes, estando el monitor (15) provisto además de botones de actuación y pilotos luminosos (16) que permiten configurar diferentes parámetros de funcionamiento y navegar por diferentes pantallas.
- 50 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que, además, en la zona de entrada y en la zona de salida están provistos sensores (8) de presencia.
8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están provistas dos cintas alimentadoras (2) dispuestas en serie entre sí, existiendo un espacio de separación entre ambas cintas alimentadoras (2) y estando la línea (3) de captura de imagen ubicada en dicho espacio de separación.
- 60 9. Sistema según la reivindicación 8, en el que están provistos un armario superior (41) y un armario inferior (42) en los que están alojados los medios (4) de captura lineal de imágenes, los medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales, los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral y/o los medios (7) de iluminación lineal.
- 65 10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral comprenden un bloque térmicamente conductor (17) acoplado a unas aletas (18) disipadoras de calor; estando dicho bloque (17) provisto de una cavidad interior (19) en forma de parábola con un acabado superficial

reflectante; estando provista una lámpara halógena lineal (20) en el foco de dicha parábola de tal modo que la luz emitida por la lámpara (20) es reflejada por la parábola y se concentra en una franja luminosa (22) de anchura fija; estando enfocada en la franja luminosa (22) una lente (21) de Fresnel lineal configurada para concentrar la luz recibida en la línea (3) con una anchura predefinida.

- 5 11. Sistema según la reivindicación 10, en el que los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral están provistos de un mecanismo (23) de desplazamiento de la lente (21) de Fresnel lineal.
- 10 12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están provistos dos medios (6) de iluminación lineal hiperespectral diferentes, dispuestos de forma simétrica entre sí, con respecto a la línea (3) de captura de imagen.
- 15 13. Procedimiento de clasificación de productos envasados (1) utilizando un sistema de clasificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, estando caracterizado dicho procedimiento de clasificación por que comprende las siguientes etapas:
- 20 - accionar al menos una cinta transportadora (2) para transportar los productos envasados (1) desde una zona de entrada hasta una zona de salida;
- accionar los medios (7) de iluminación lineal y los medios (6) de iluminación lineal hiperespectral para que iluminen la línea (3) de captura de imagen;
- 25 - accionar los medios (4) de captura lineal de imágenes para capturar imágenes de la luz reflejada o transmitida en el espectro visible por los productos envasados (1) a lo largo de la línea (3) de captura de imagen y accionar los medios (5) de captura lineal de imágenes hiperespectrales para capturar imágenes hiperespectrales de la luz reflejada o transmitida en el espectro infrarrojo (24) por los productos envasados (1) a lo largo de la línea (3) de captura de imagen;
- 30 - con los primeros medios (12) de procesado analizar la intensidad de la luz de cada pixel (25) de las imágenes hiperespectrales (29) en diferentes bandas predefinidas del espectro de luz infrarrojo, para establecer la firma espectral (26) de las imágenes hiperespectrales (29) en base a dicho análisis de la intensidad, comparar la firma espectral (26) de las imágenes hiperespectrales (29) con un patrón (27) de referencia y colorear las imágenes hiperespectrales de un tono preestablecido en función del resultado de la comparación de su firma espectral (26) con el patrón (27) de referencia, para dar lugar a unas imágenes hiperespectrales coloreadas (30);
- 35 - con los segundos medios (13) de procesado de imágenes, analizar al menos una zona (36) de control predeterminada de cada imagen adquirida de los medios (4) de captura lineal de imágenes y de cada imagen hiperespectral coloreada (30) obtenida de los primeros medios (12) de procesado de imágenes; comparar al menos una zona (36) de control de cada una de dichas imágenes con al menos un patrón de referencia; clasificar dichas imágenes en función de dicha comparación con el patrón de referencia y enviar instrucciones de clasificación a unos medios (14) de accionamiento; y
- recibir las instrucciones de clasificación y con los medios (14) de accionamiento, accionar los medios (9) de clasificación de los productos envasados (1) en base a dichas instrucciones de clasificación.
- 40 14. Procedimiento de clasificación según la reivindicación 13, en el que la zona (36) de control analizada por los segundos medios (13) de procesado de imágenes comprende una banda (33) de termosellado del envase del producto (1), un alveolo (31) donde se encuentran depositados los productos (39) o una zona en la que están provistos códigos impresos del producto envasado (1).

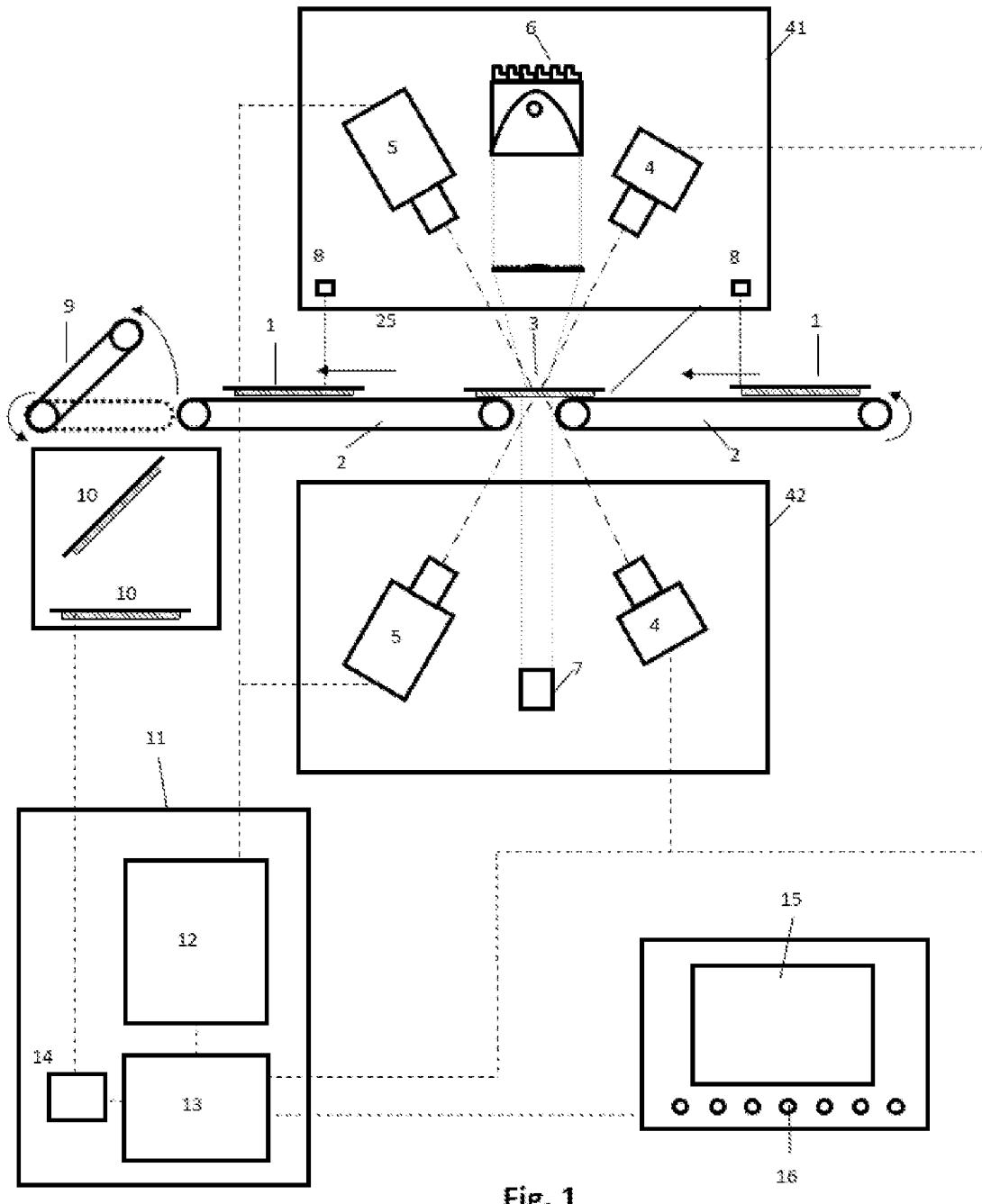


Fig. 1

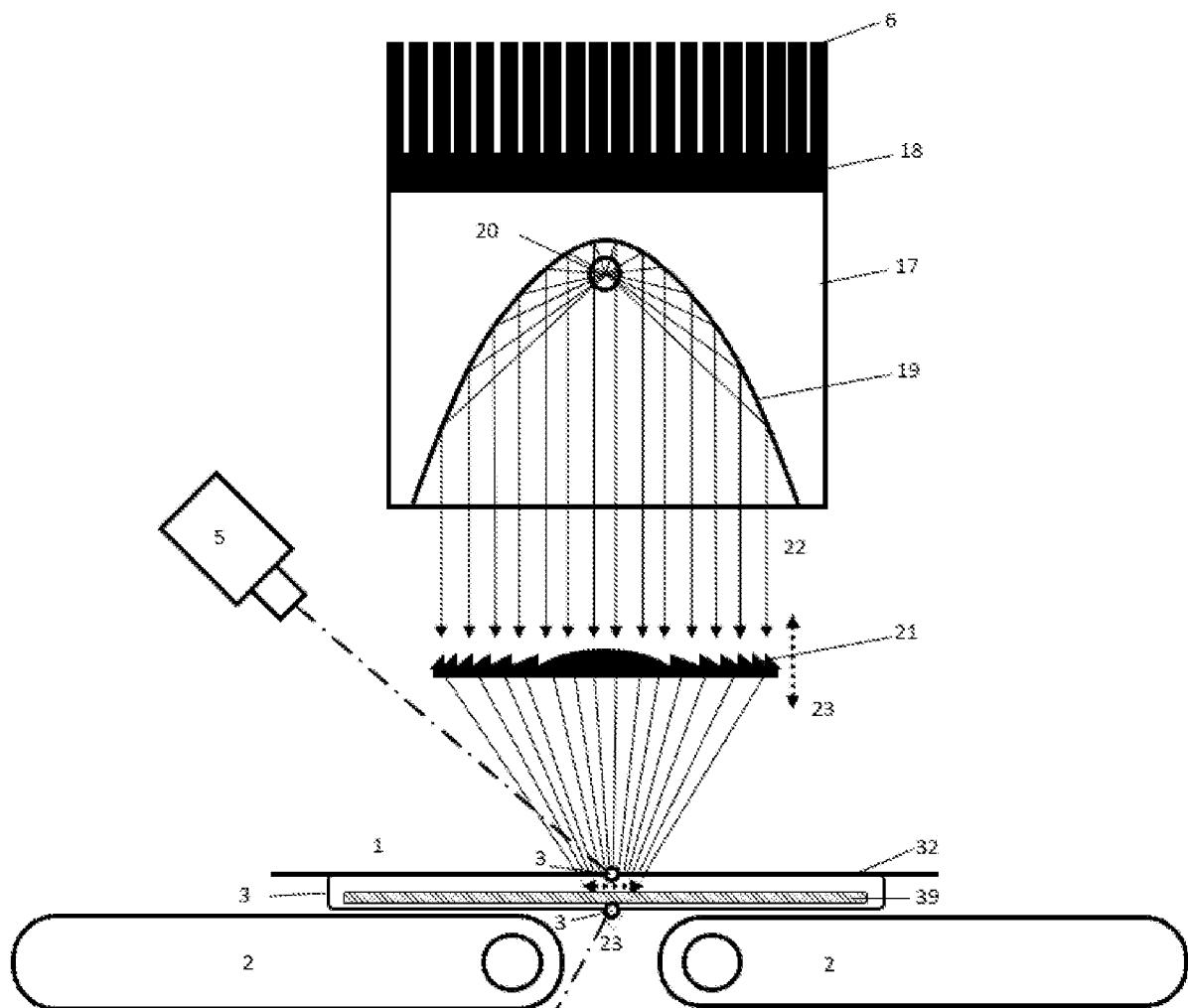
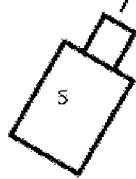


Fig. 2



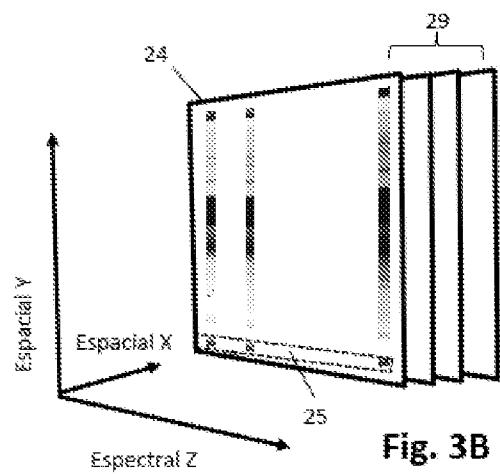
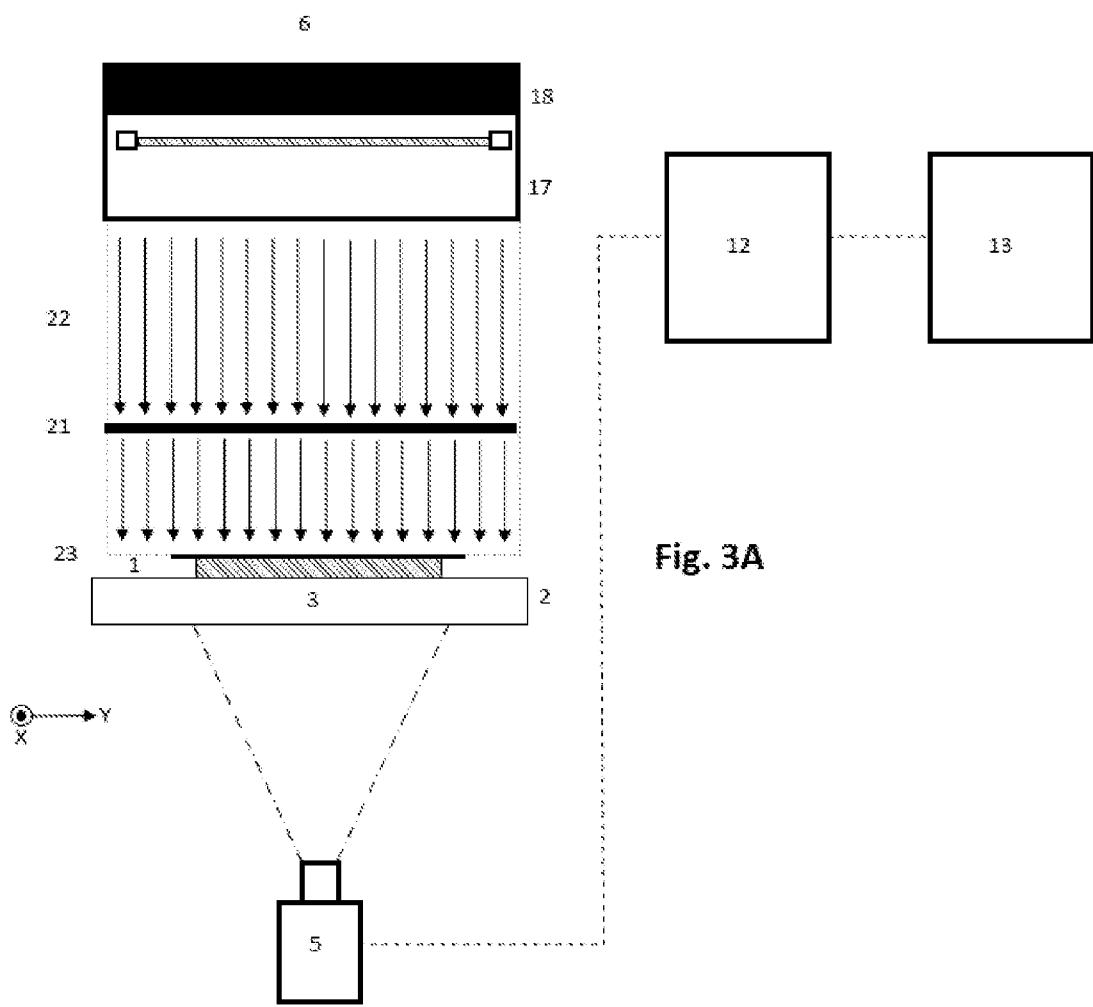




Fig. 3C

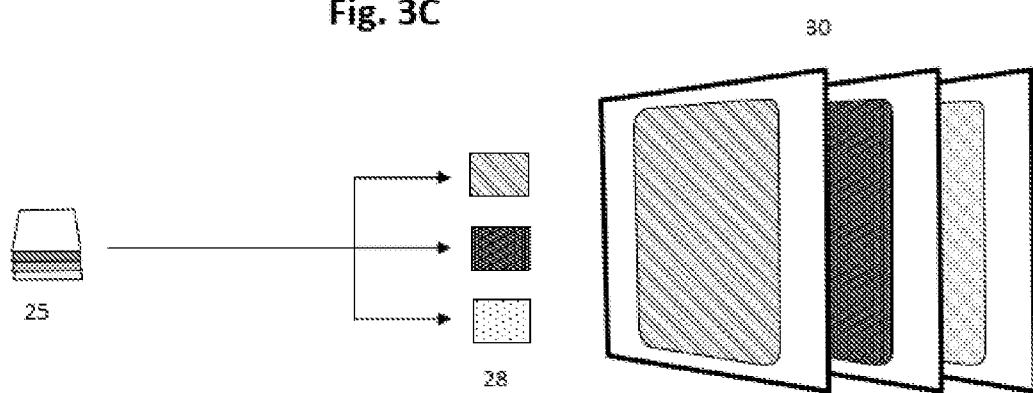


Fig. 3D

Fig. 4A

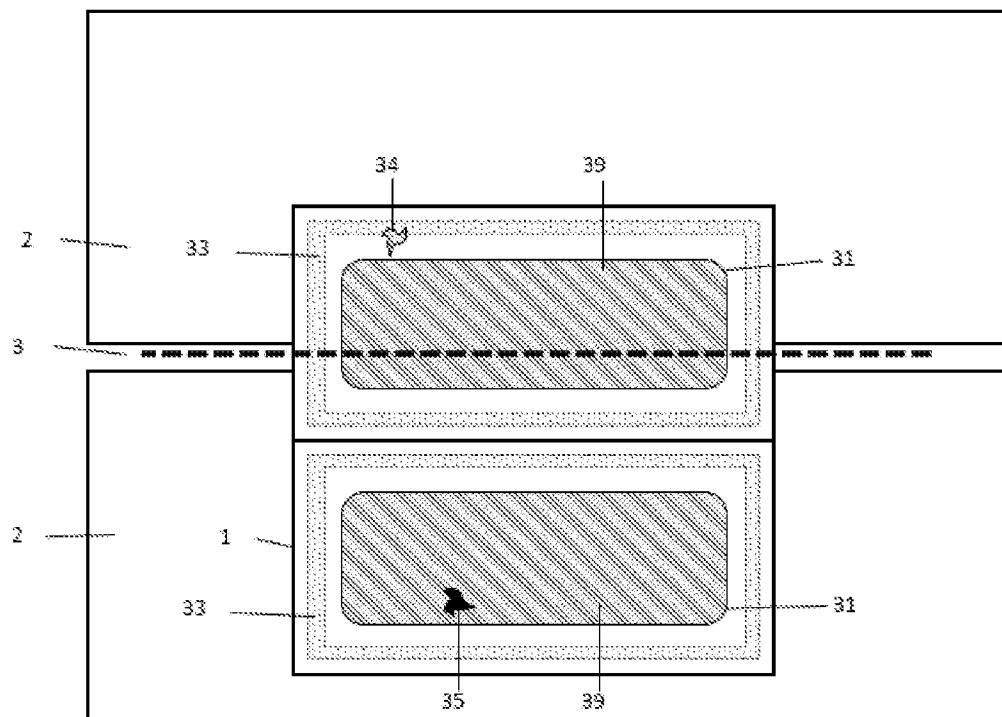
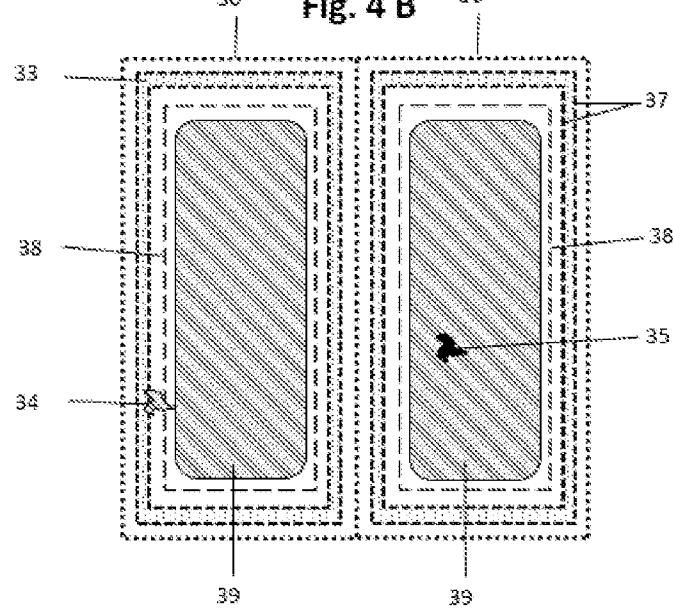


Fig. 4 B



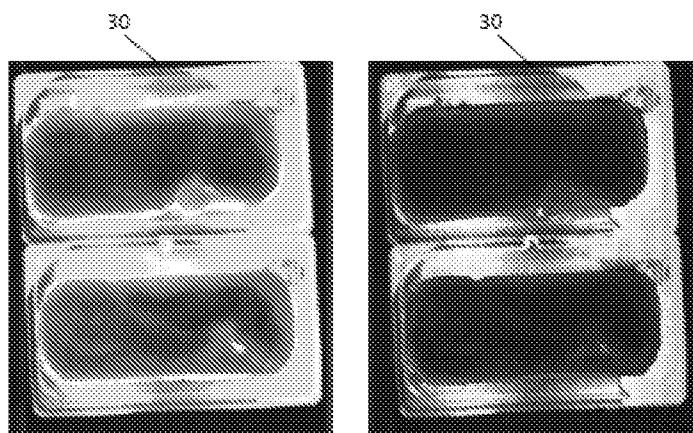


Fig. 5A

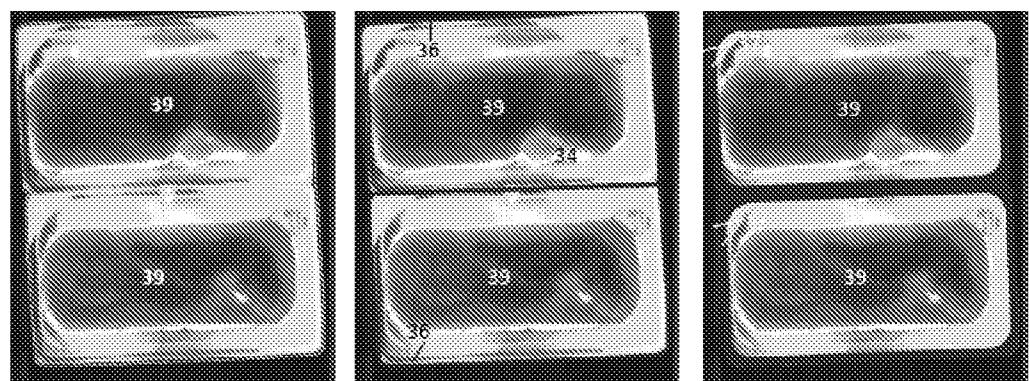


Fig. 5B

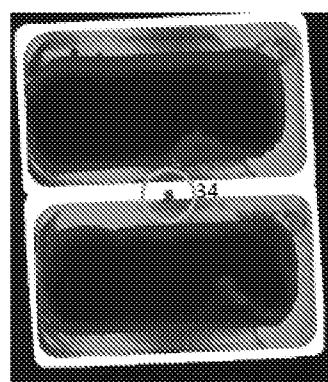


Fig. 5C

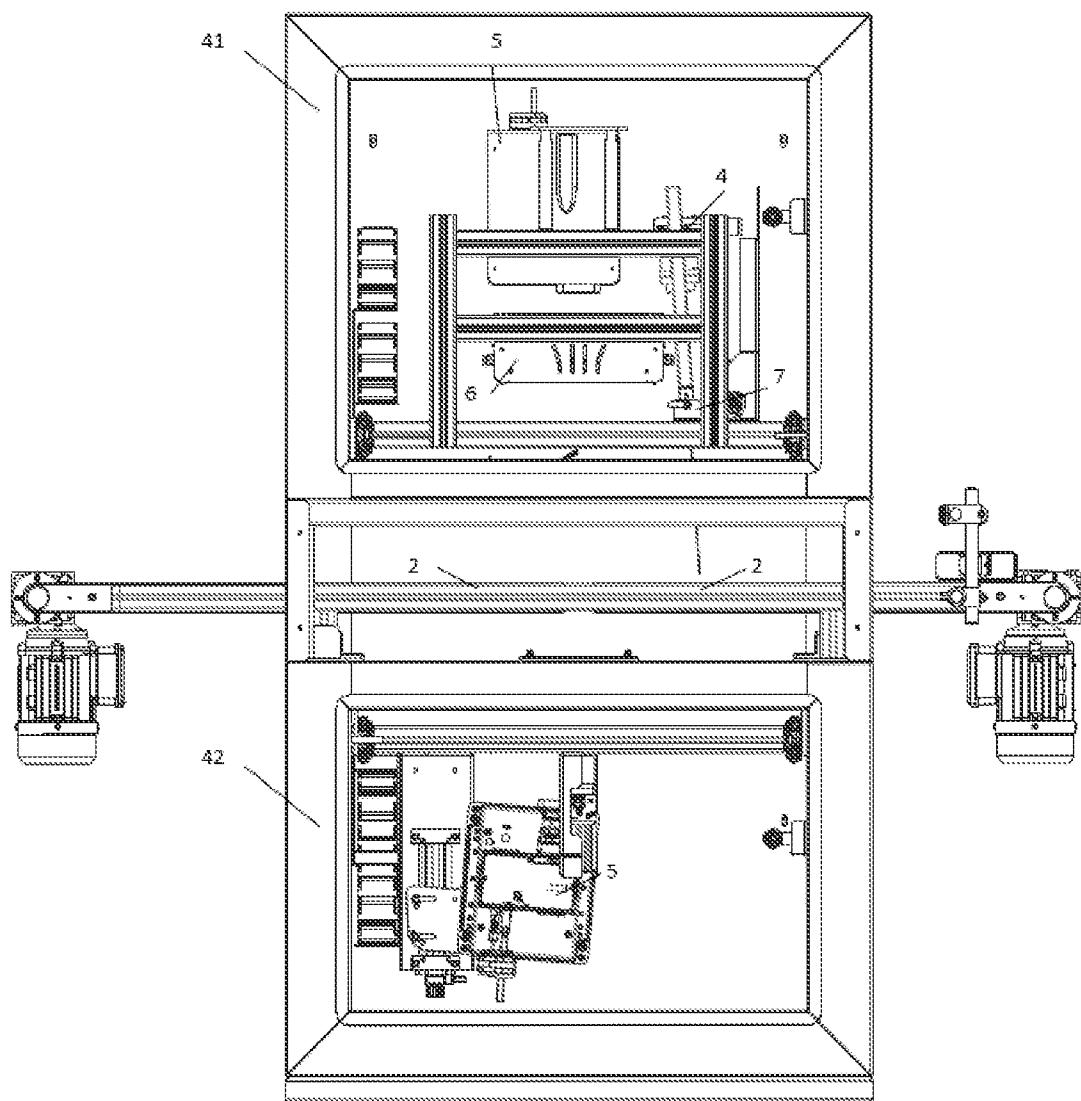


Fig. 6

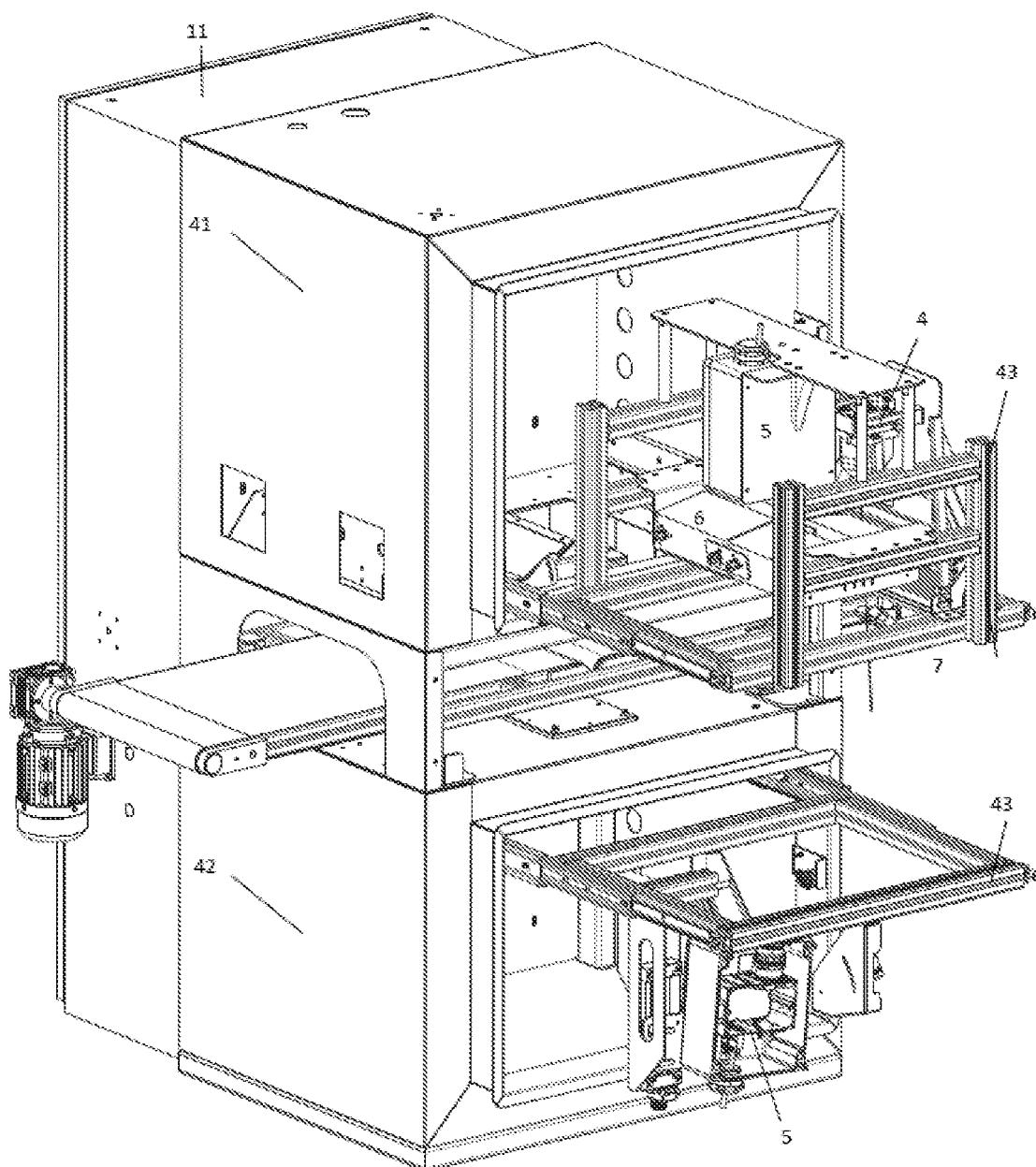


Fig. 7

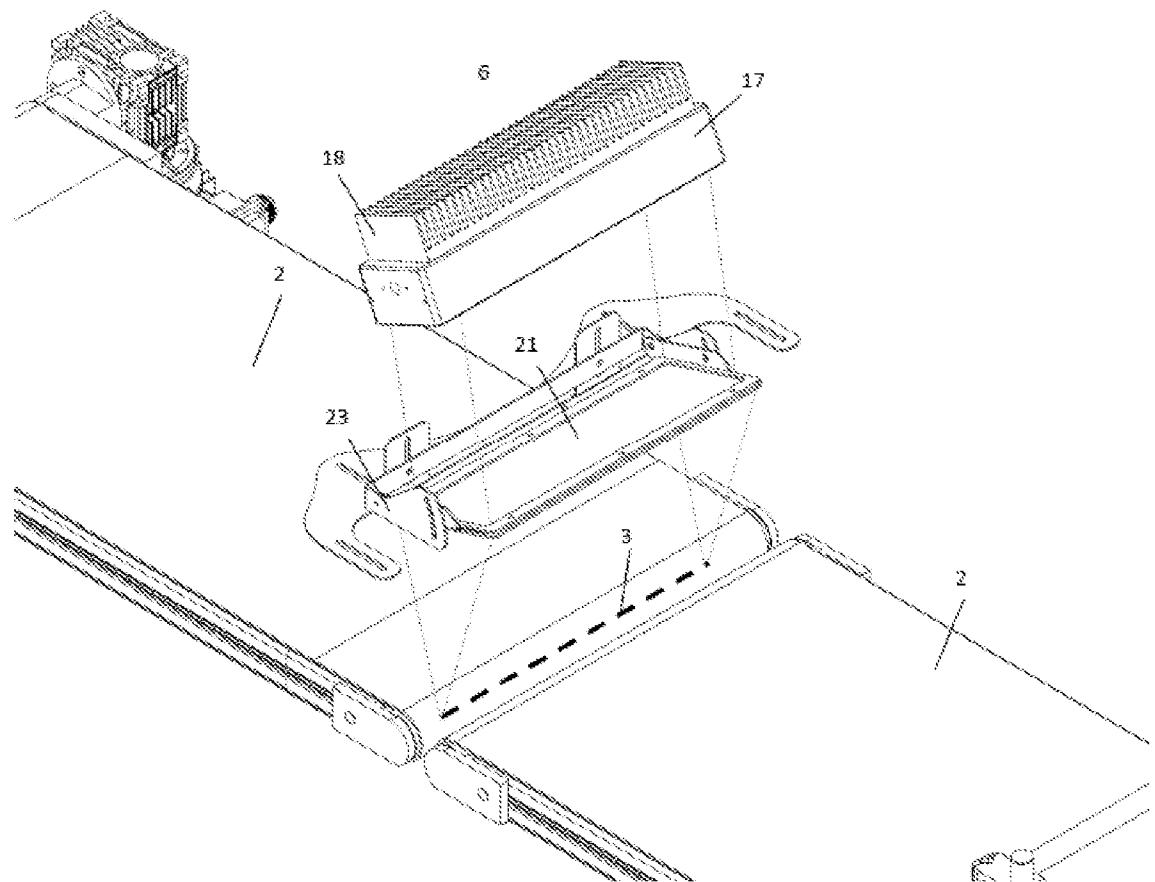


Fig. 8