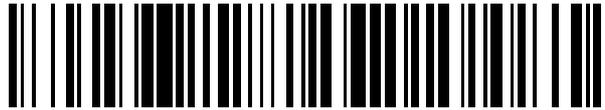


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 429**

51 Int. Cl.:

B07C 5/342 (2006.01)

G01J 3/50 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

G01N 21/85 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2013 PCT/JP2013/052838**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13145873**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013 E 13767511 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2832458**

54 Título: **Máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico**

30 Prioridad:

27.03.2012 JP 2012070766

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

18.03.2019

73 Titular/es:

**SATAKE CORPORATION (100.0%)
7-2, Sotokanda 4-chome Chiyoda-ku
Tokyo 101-0021, JP**

72 Inventor/es:

**MIYAMOTO, TOMOYUKI;
ISHIZU, HIDEAKI;
TATEISHI, YOSHIKAZU y
HARA, MASAZUMI**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 704 429 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

Máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico

[Campo técnico]

5 La presente invención se refiere a una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que clasifica gránulos tales como granos, tales como arroz, o trigo, o pellas de resina en gránulos conformes y gránulos no conformes y que elimina sustancias extrañas mezcladas en los gránulos soplando aire contra los gránulos.

[Antecedentes de la técnica]

10 Convencionalmente, se ha proporcionado un aparato de determinación óptica que incluye, para mejorar la precisión de la determinación de si los gránulos son conformes o no conformes, medios de transferencia para transferir un material, medios de detección óptica con una sección de fuente de luz que irradia el material transferido por los medios de transferencia con luz con una pluralidad de longitudes de onda y una sección de captación de imagen que recoge una imagen de luz reflejada y/o luz transmitida del material, y medios de determinación para determinar el material mediante la comparación de valores de densidad en dos longitudes de onda en captación de imagen datos tomados por los medios de detección óptica con áreas de umbral de valores de densidad predeterminados en las dos longitudes de onda (Literatura 1 de patentes). En el aparato de determinación óptica, cuando los medios de determinación establecen las áreas de umbral, la sección de captación de imágenes recoge una imagen de luz reflejada y/o luz transmitida de una muestra de material para determinar que ha sido transferida por los medios de transferencia, los medios de determinación dibujan valores de densidad en cualquiera de las dos longitudes de onda en los datos de captación de imagen, en un gráfico bidimensional, determinan, para todos los píxeles con los valores de densidad respectivos dibujados en el gráfico bidimensional, si un círculo entre dos puntos con un diámetro definido por aquellos de los píxeles que están ubicados en dos puntos diferentes contiene cualquier píxel distinto de los píxeles en los dos puntos, une los píxeles en los dos puntos con una línea de conexión solo cuando la determinación indica que el círculo entre dos puntos no contiene ningún otro píxel que los píxeles en los dos puntos, y establece un área cerrada dibujada al unir dichas líneas de conexión juntas para formar el área de umbral.

25 En el aparato de determinación óptica descrito en la literatura 1 de patentes, las formas externas de las áreas de umbral establecidas por los medios de determinación se definen con precisión para no incluir un área de determinación. El aparato de determinación óptica es, por lo tanto, ventajosamente efectivo en que las áreas de umbral permiten que se determine el material y en que la clasificación basada en la determinación también es precisa.

30 Sin embargo, para simplificar una enorme cantidad de información complicada (una cámara CCD que sirve como sección de captación de imágenes en la literatura 1 de patentes permite, para cada uno de los colores, rojo, verde y azul, 256 tipos de tonos que se distinguen entre sí por 8 bits, lo que permite un total de hasta 16,777, 216 tipos de colores que se distinguen entre sí por la información del espacio de color RGB tridimensional), el aparato de determinación óptica descrito en la literatura 1 de patentes traza el valor de densidad para cada uno de los colores, rojo, verde y azul adquiridos por la cámara CCD en cada uno de los gráficos bidimensionales, incluido un gráfico bidimensional rojo (eje X)-verde (eje Y), un gráfico bidimensional rojo (eje X)-azul (eje Y), y un gráfico bidimensional rojo (eje X)-azul (eje Y) para adquirir información de espacio de color RGB tridimensional basada en los tres gráficos bidimensionales.

40 Adquirir información de espacio de color RGB tridimensional basada en los gráficos bidimensionales es ventajoso cuando un algoritmo de señal es muy simple y se maneja una enorme cantidad de información complicada. Sin embargo, dado que la información sobre planos bidimensionales se observa basado en los gráficos bidimensionales, un ajuste de sensibilidad está limitado de manera desventajosa. Además, no todas las piezas de información de espacio de color RGB pueden manejarse simultáneamente, y por lo tanto, el aparato de determinación óptica descrito anteriormente no es, de manera desventajosa, eficiente.

[Lista de citas]

45 [Literatura de patentes]

[Literatura 1 de patentes] Patente japonesa abierta al público No. 2009-119410

[Sumario de la invención]

[Problema técnico]

50 Teniendo en cuenta lo anterior, un objeto técnico de la presente invención es proporcionar una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que permita realizar fácilmente un ajuste de sensibilidad utilizando eficazmente información de espacio de color tridimensional RGB similar a la información obtenida a través de ojos humanos y que permite simplificar sustancialmente el procesamiento de la señal.

[Solución al problema]

- 5 Para lograr el objeto, la presente invención toma medidas técnicas al proporcionar una máquina clasificadora de granúlos de tipo óptico que comprende medios de transferencia para transferir granúlos que incluyen granúlos conformes, granúlos no conformes y sustancias extrañas de tal manera que los granúlos forman un flujo continuo, medios de inspección para inspeccionar los granúlos transferidos por los medios de transferencia, los medios de determinación para determinar si los granúlos deben tratarse o no como un objetivo de separación con base en la información de color individual en los granúlos inspeccionados por los medios de inspección, y los medios de exclusión para excluir el objetivo de separación determinado por los medios de determinación desde el flujo continuo,
- 10 donde los medios de inspección incluyen una sección de iluminación que ilumina los granúlos con luz y una sección de detección óptica que detecta la luz transmitida a través de los granúlos o reflejada desde los granúlos, y
- 15 los medios de determinación incluyen una sección de creación de datos de distribución de color tridimensional que traza componentes de longitud de onda de luz R, luz G y luz B de los granúlos detectados por la sección de detección óptica en un espacio de color tridimensional para crear datos de distribución tridimensional del color para una muestra de granúlos, una sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis que establece una interfaz calculada en función de la distancia de Mahalanobis en los datos de distribución tridimensional del color creados por la sección de creación de datos de distribución tridimensional para dividir los datos en una primer área de agrupamiento de granúlos conformes que contiene muchos granúlos conformes y una primer área de agrupamiento de granúlos no conformes que contiene muchos granúlos no conformes y sustancias extrañas,
- 20 una sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana que determina una posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de granúlos conformes creada por la sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis y una posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de granúlos no conformes creada por la creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis, la sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana establece una interfaz calculada en función de una distancia Euclidiana en la que las posiciones del centro de gravedad se encuentran a una distancia mayor entre sí para dividir los datos en una segunda área de agrupamiento de granúlos conformes y una segunda área de agrupamiento de granúlos no conformes, y una sección de determinación de umbral que determina una línea de intersección entre la interfaz calculada en función de la distancia de Mahalanobis y la interfaz calculada en función de la distancia Euclidiana, para determinar que la línea de intersección sea un umbral de determinación que permita determinar si los granúlos deben o no ser tratados como un objetivo de separación.
- 25 Por lo tanto, en los medios de determinación, la sección de creación de datos de distribución de color tridimensional traza los componentes de longitud de onda de la luz R, la luz G y la luz B de los granúlos en el espacio de color tridimensional y considera la distribución tridimensional completa del color de la muestra de granúlos para ser un área de agrupamiento. Luego, la sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis establece una interfaz calculada en función de la distancia de Mahalanobis en toda la distribución de color tridimensional para dividir los datos
- 30 en aproximadamente dos agrupamientos, la primer área de agrupamiento de granúlos conformes que contiene principalmente una muestra de granúlos y la primer área de agrupamiento de granúlos no conformes que en su mayoría contiene granúlos no conformes y sustancias extrañas. Además, la sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana determina la posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de granúlos conformes recién creada y la posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de granúlos no conformes recién creada, y establece una interfaz calculada en función de distancia Euclidiana a la que se encuentran las posiciones del centro de gravedad a la mayor distancia entre sí a lo largo de la distribución tridimensional del color para dividir los datos en las dos áreas, incluida la segunda área de agrupamiento de granúlos conformes, que contiene principalmente granúlos conformes y la segunda área de agrupamiento de granúlos no conformes que en su mayoría contiene granúlos no conformes y sustancias extrañas, dividiendo los datos en aproximadamente dos agrupaciones diferentes de las agrupaciones descritas anteriormente. Luego, la sección de determinación de umbral determina la línea de intersección entre la interfaz para la distancia de Mahalanobis y la interfaz para la distancia Euclidiana para establecer la línea de intersección en sí misma a un umbral que permita determinar si los granúlos deben o no tratarse como un objetivo de separación. Es decir, la muestra de granúlos representada en el espacio de color tridimensional generalmente se separa en la primera área de agrupamiento de granúlos conformes y la primera área de agrupamiento
- 35 de granúlos no conformes basada en la interfaz de distancia de Mahalanobis. Luego, se busca una interfaz con un amplio rango efectivo de sensibilidad basado en la interfaz de distancia Euclidiana, y la muestra de granúlos se separa en la segunda área de agrupamiento de granúlos conformes y la segunda área de agrupamiento de granúlos no conformes. Además, al determinar la línea de intersección entre la interfaz para la distancia de Mahalanobis y la interfaz para que la distancia Euclidiana sea el umbral, la sección de determinación de umbral puede calcular un umbral en un espacio de color bidimensional. Por lo tanto, se puede proporcionar una máquina clasificadora de granúlos de tipo óptico que permite a un operador realizar fácilmente el ajuste de sensibilidad utilizando efectivamente la información del espacio de color tridimensional RGB similar a la información adquirida a través de los ojos humanos y que también permite que el procesamiento de la señal se simplifique sustancialmente.
- 40 De acuerdo con una realización, en la máquina clasificadora de granúlos de tipo óptico, los medios de determinación incluyen una sección de aprendizaje y almacenamiento que permite que las muestras para granúlos conformes, granúlos no conformes y sustancias extrañas preparadas preliminarmente por un operador fluyan a los medios de
- 45
- 50
- 55
- 60

5 transferencia de manera que, cuando la sección de detección óptica detecta cada una de las muestras para crear datos de distribución de color tridimensionales y la muestra se muestra en una imagen, el operador clasifica visualmente la muestra como gránulos conformes, gránulos no conformes o sustancias extrañas y la sección de aprendizaje y almacenamiento realiza el aprendizaje en asociación con los datos de distribución tridimensional del color y una sección de determinación de gránulo conforme/gránulo no conforme que considera que los gránulos son un objetivo de separación si se determina que los datos creados en los datos de distribución tridimensional del color no pertenecen al umbral determinado por la sección de determinación de umbral cuando un material se le permite fluir a los medios de transferencia y se realiza una operación de clasificación.

10 Por lo tanto, incluso si los gránulos incluyen gránulos conformes que son similares en color a los gránulos no conformes (por ejemplo, para el arroz integral, los granos blancos lechosos como los gránulos no conformes son similares al color del arroz integral como los gránulos conformes y el arroz oxidado como los gránulos no conformes similar en color al arroz integral regular gránulos conformes), los gránulos conformes se clasifican de manera confiable de los gránulos no conformes para permitir la implementación de una clasificación de alto rendimiento porque la máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico permite al operador aprender y asociar visualmente los datos de distribución de color tridimensionales con la muestra mostrada en la imagen en lugar de realizar mejoras ambiguas en el procesamiento de la imagen. Por lo tanto, la máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico es muy práctica.

[Breve descripción de los dibujos]

[Figura 1] La figura 1 es una vista en perspectiva que representa una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico completo.

20 [Figura 2] La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal vertical que representa la estructura interna de la máquina clasificadora.

[Figura 3] La figura 3 es un diagrama de bloques de medios de procesamiento de señales para procesar señales obtenidas de una cámara en la máquina clasificadora.

25 [Figura 4] La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra conceptualmente una sección de procesamiento de señales y una CPU y una memoria, todo representado en la figura 3.

[Figura 5] La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento operativo ejecutado por la sección de procesamiento de señales.

[Figura 6] La figura 6 es un diagrama de correlación RGB de una muestra de gránulos conformes y una muestra de gránulos no conformes en un espacio de color tridimensional.

30 [Figura 7] La figura 7 es un diagrama de correlación RGB de una muestra de gránulos conformes y una muestra de gránulos no conformes en una superficie de visualización bidimensional óptima.

[Descripción de las realizaciones]

35 Una realización de la presente invención se describirá con referencia a los dibujos. La figura 1 es una vista en perspectiva que representa la máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico completo de acuerdo con la presente invención. La figura 2 es una vista esquemática en sección transversal vertical que representa la estructura interna de la máquina clasificadora. La figura 3 es un diagrama de bloques de medios de procesamiento de señales para procesar señales obtenidas de una cámara en la máquina clasificadora. La figura 4 es un diagrama conceptual que ilustra la estructura interna de una sección de procesamiento de señales y una CPU y una memoria, todo representado en la figura 3.

40 Como se muestra en la figura 1, una máquina 1 clasificadora de gránulos de tipo óptico incluye un marco 2 de máquina generalmente trapezoidal en el que una pluralidad de secciones 3A de clasificación primarias (hasta la tercera sección de clasificación desde el extremo izquierdo de la figura 1) y una pluralidad de secciones 3B de clasificación secundaria (hasta la segunda sección de clasificación desde el extremo derecho de la figura 1) están dispuestas en yuxtaposición. Cada una de las secciones 3A y 3B de clasificación incluye componentes dispuestos allí que son similares a los componentes correspondientes de acuerdo con la técnica convencional. En la presente realización, la pluralidad de secciones 3A de clasificación primarias y la pluralidad de secciones 3B secundarias están dispuestas en yuxtaposición. Sin embargo, la presente invención no se limita a esto, y pueden establecerse muchas variaciones, tales como una configuración en la que una pluralidad de secciones de clasificación primarias, una única sección de clasificación secundaria y una única sección de clasificación terciaria están dispuestas en yuxtaposición.

50 Ahora, los componentes de la sección 3A de clasificación primaria se describirán con referencia a la figura 2. La sección 3A de clasificación primaria incluye un canal 4 dispuesto para inclinarse en un ángulo de aproximadamente 60 grados con respecto a una posición horizontal y que sirve como medio de transferencia, un tanque 5 de almacenamiento en el que se almacenan los gránulos, como los granos, un alimentador 6 vibrador que transporta los gránulos desde el tanque 5 de almacenamiento al canal 4, secciones 7 (7a y 7b) de detección óptica provistas arriba y abajo, respectivamente, una trayectoria descendente de los gránulos que caen de un extremo inferior del canal 4,

- una boquilla 8 eyectora provista debajo de las secciones 7 de detección óptica, una canaleta 9 de recolección de gránulos conformes ubicada debajo de la boquilla 8 eyectora en la misma línea inclinada que la del canal 4 para recibir los gránulos que caen a lo largo de la trayectoria descendente sin recibir aire soplado a través de la boquilla 8 eyectora, una canaleta 10 de recolección de gránulos no conformes yuxtapuestos con la canaleta 9 de recolección de gránulos conformes para recibir aire soplado a través de la boquilla 8 eyectora para recolectar gránulos no conformes de los gránulos normales, y una canaleta 11 auxiliar de recolección de gránulos no conformes que recolecta gránulos no conformes que chocan contra los miembros periféricos y rebotan hacia atrás después de dejar de recibir aire soplado desde la boquilla 8 eyectora.
- En la sección 3A primaria de clasificación, el canal 4 tiene preferiblemente forma de placa plana sin porción de surco para permitir que los gránulos se deslicen sobre una zona ancha. Se puede proporcionar una cubierta 4a de canal a una distancia predeterminada de la superficie inferior del canal 4 para evitar que los gránulos se desborden del canal 4 y para evitar que los gránulos objetivo de clasificación floten desde la superficie inferior durante el deslizamiento en el canal 4.
- El alimentador 6 vibrador incluye una depresión 6a de alimentación soportado en una sección 6b de soporte y está configurado para poder alimentar gránulos al canal 4 cuando se acciona un aparato de vibración tal como una bobina 6c de solenoide.
- Las secciones 7 y 7b de detección óptica se forman encerradas por las cajas 12a y 12b, respectivamente. La caja 12a ubicada sobre la trayectoria descendente del grano contiene una cámara 13a CCD para luz visible, una cámara 14 NIR para luz infrarroja cercana, fuentes 15a y 15b de luz visible que incluyen una lámpara fluorescente, una fuente 16a de luz infrarroja cercana que incluye una lámpara halógena, y un fondo 17a opuesto a la sección 7b de detección óptica. Por otro lado, la caja 12b ubicada debajo de la trayectoria descendente del grano contiene una cámara CCD 13b para luz visible, fuentes 15c y 15d de luz visible que incluyen una lámpara fluorescente, una fuente 16b de luz infrarroja cercana que incluye una lámpara halógena y fondo 17b y 17c opuestos a la sección 7a de detección óptica. Las cajas 12a y 12b incluyen miembros 18a y 18b de ventana, respectivamente, ajustados en el lado de la trayectoria descendente del grano e incluyendo vidrio transparente.
- La boquilla 8 eyectora se alimenta con aire desde un compresor de aire no representado en los dibujos, a través de un tubo 22 a través de un subtanque 19, un tubo 20 de aire y una válvula 21 solenoide. El subtanque 19 almacena temporalmente el aire del compresor de aire. La provisión del subtanque 19 evita la escasez de aire incluso si se consume una gran cantidad de aire de la boquilla 8 eyectora.
- Una pared inclinada en una parte delantera del marco 2 de la máquina está provista de una puerta 24 frontal que se puede mover en rotación hacia arriba y hacia abajo por el cilindro 23 de aire. Esto permite facilitar los trabajos de mantenimiento, como la limpieza. Por otro lado, debajo de la puerta 24 frontal, se proporciona un panel de control que incluye un panel táctil, una pantalla 25 de cristal líquido que también sirve como monitor y un interruptor 26 de suministro de energía. Por lo tanto, cuando la pantalla 25 de cristal líquido y el interruptor 26 de suministro de energía están dispuestos en la posición de altura de los ojos de un operador, las operaciones de la máquina se pueden realizar fácilmente.
- Ahora, se describirá una configuración de la sección 3B secundaria de clasificación. Una diferencia entre la sección 3B de clasificación secundaria y la sección 3A de clasificación primaria es la forma del canal 4; el canal 4 para la sección 3B de clasificación secundaria incluye una pluralidad de porciones de surco formadas en la misma para permitir que los granos se deslicen y se dividan en una pluralidad de columnas. Puede adoptarse una forma de sección transversal apropiada para la porción de surco; la sección transversal puede ser, por ejemplo, en forma de U o V o rebajada. La parte restante de la configuración de la sección 3B de clasificación secundaria es aproximadamente similar a la parte correspondiente de la configuración de la sección 3A de clasificación primaria. El número de referencia 27 en la figura 2 denota un grifo de gránulo no conforme. El número de referencia 28 en la figura 2 denota un grifo de gránulo conforme. El número de referencia 29 denota un grifo auxiliar de gránulo no conforme. El número de referencia 30 denota una ranura de muestra.
- Una configuración de los medios de procesamiento de señales se describirá con referencia a las figuras 3 y 4. Las cámaras 13a y 13b CCD para luz visible y la cámara 14 NIR están conectadas eléctricamente a una sección 31 de procesamiento de señales para permitir que se ejecute un proceso de binarización en imágenes tomadas por las cámaras y también en una CPU y sección 32 de memoria que almacena las imágenes binarizadas de la sección 31 de procesamiento de señal y aplica un proceso necesario a las imágenes. La pantalla 25 de cristal líquido está conectada eléctricamente a la CPU y a la sección 32 de memoria.
- Con referencia a la figura 4, la sección 31 de procesamiento de señales incluye un mecanismo 33 de adquisición de datos de imagen que almacena temporalmente datos de imagen, una memoria 34 de almacenamiento de datos de umbral que almacena datos de umbral que permite determinar si los datos de imagen adquiridos indican gránulos conformes o gránulos no conformes, un mecanismo 35 de cálculo de binarización que ejecuta un proceso de binarización en los datos de imagen adquiridos, y un mecanismo 36 de determinación de gránulos conformes/gránulos no conformes que determina si los datos de imágenes adquiridos indican gránulos conformes o gránulos no conformes. Por otro lado, la CPU y la sección 32 de memoria incluyen una memoria 37 de almacenamiento de datos de imagen

5 que almacena los datos del mecanismo 33 de adquisición de datos de imagen según sea necesario, un mecanismo 38 de cálculo de datos de umbral que calcula el umbral para ejecutar un proceso que es una parte importante de la presente invención basada en los datos de imagen almacenados en la memoria 37 de almacenamiento de datos de imagen, y un mecanismo 39 de recepción de señal de operación que recibe una señal para una operación táctil en la pantalla 25 de cristal líquido y envía los datos de imágenes procesadas al monitor.

El mecanismo 36 de determinación de gránulos conformes/gránulos no conformes en la sección 31 de procesamiento de señales está conectado eléctricamente a un circuito 40 de accionamiento de eyector al cual se le hace pasar una válvula 21 de solenoide que permite que el aire pase a través de la boquilla 8 eyectora basado en una señal del circuito 40 de accionamiento conectado eléctricamente.

10 Los efectos de la máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico configurada como se describe anteriormente se describirán en detalle.

15 La figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento operativo para la sección de procesamiento de señales. En la figura 5, los pasos 101 a 103 corresponden a pasos de aprendizaje de patrón de gránulos conformes/patrón de gránulos no conformes en los cuales, después de que las muestras de un gránulo conformante, un gránulo no conforme y una sustancia extraña preparada preliminarmente por un operador puedan fluir a través del canal, la máquina clasificadora puede aprender patrones de distribución de color tridimensionales para el gránulo conforme, el gránulo no conforme y la sustancia extraña. Los pasos 104 a 108 corresponden a los pasos de cálculo de umbral para calcular automáticamente un umbral que sirve como un límite entre el patrón de gránulos conformes y el patrón de gránulos no conformes. El paso 109 es un paso de determinación de umbral en el que el operador ajusta el umbral calculado en los pasos de cálculo de umbral.

(Pasos de aprendizaje del patrón de gránulo conforme/patrón de gránulo no conforme)

25 Los pasos de aprendizaje de patrones son una operación preparatoria antes de la clasificación, y por lo tanto, la boquilla 8 eyectora no se acciona. Cuando se inicia la operación, primero en el paso 101, se permite que una muestra de gránulos conformes preparada por un operador experto por medio de la clasificación fluya desde el tanque 5 de almacenamiento al canal 4. Imágenes de la muestra de gránulos conformes que caen desde un extremo inferior del canal 4 son recolectadas por las cámaras 13a y 13b CCD y la cámara 14 NIR. Luego, una gran cantidad de datos de imagen en la muestra de gránulos conformes tomados por las cámaras 13a y 13b CCD y la cámara 14 NIR ingresan a la memoria 37 de almacenamiento de datos de imagen a través del mecanismo 33 de adquisición de datos de imagen. Las imágenes se muestran en el monitor de la pantalla 25 de cristal líquido. Cuando finaliza la adquisición de los datos de imagen en la muestra de gránulos conformes, se realiza una operación similar a la operación descrita anteriormente se realiza en una muestra de gránulos no conformes (incluida una muestra de sustancia extraña) preparada por el operador experto mediante la clasificación para obtener datos de imagen en la muestra de gránulos no conformes (incluida una muestra de sustancia extraña).

35 Luego, el proceso pasa al paso 102. Para las muestras que se muestran en la pantalla 25 de cristal líquido, el operador especifica visualmente, en las imágenes, una muestra que se considera un gránulo conforme, una muestra que se considera un gránulo no conforme, y una muestra para ser considerada una sustancia extraña de nuevo. Luego, el proceso pasa al paso 103. La imagen de muestra de gránulos conformes especificada se considera que es un área, y la imagen de muestra de gránulos no conformes también se considera que es un área. Un gran número de dichas imágenes se representan en un espacio de color tridimensional (en la realización, un espacio de color con un eje R, un eje G y un eje B). Por lo tanto, un agregado se forma secuencialmente en el espacio de color RGB como se muestra en la figura 6.

(Paso de cálculo de umbral)

45 En la etapa 104, los datos se clasifican aproximadamente en una agrupación 51 de gránulos conformes (agregada) formada por puntos para gránulos conformes (puntos negros en la figura 6) y una agrupación 52 de gránulos no conformes (agregada) formada por puntos para gránulos no conformes (puntos grises en la figura 6) (véase figura 6). En la etapa 105, la estadística de datos multivariados se calcula para cada una de las agrupaciones de gránulos 51 conformes y la agrupación 52 de gránulos no conformes.

El cálculo de las estadísticas se puede realizar calculando vectores del centro de gravedad o matrices de varianza/covarianza. Por ejemplo, una expresión aritmética para un vector de centro de gravedad es la siguiente:

50 [Fórmula 1]

$$\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s \chi_{ik} \quad \dots (1)$$

S: el número de muestras.

Además, una expresión aritmética para una matriz de varianza/covarianza es la siguiente.

[Fórmula 2]

$$C_{ij} = \frac{1}{s} \sigma_{k=1}^s (\alpha_{ik} - \bar{\alpha}_i)(\alpha_{jk} - \bar{\alpha}_j) \quad \dots (2)$$

5 Luego, se determina una distancia cuadrada de Mahalanobis desde el vector del centro de gravedad para cada una de las agrupaciones de gránulos conformes/gránulos no conformes. Aquí, la distancia cuadrada de Mahalanobis es una función del valor de los datos multivariados. Una expresión aritmética para la distancia cuadrada de Mahalanobis es la siguiente.

[Fórmula 3]

$$D_m^2 = (\alpha - \bar{\alpha}_m)^t A^{-1} (\alpha - \bar{\alpha}_m) \quad \dots (3)$$

donde m: un índice para la agrupación,

10 A: una matriz de varianza/covarianza, y

α_m : un vector de centro de gravedad para la agrupación m.

15 Luego, se determina una interfaz entre las agrupaciones (paso 106). Cuando se determina la interfaz, los valores de los datos multivariados se clasifican en agrupaciones con la distancia cuadrada mínima de Mahalanobis. Para los valores de todos los datos multivariados en el espacio multivariado, se determina el agrupamiento al que pertenece el valor. Luego, se determina la interfaz representada por el carácter de referencia m en la figura 6.

20 Luego, se selecciona una distancia Euclidiana que implica la distancia más larga del centro de gravedad entre una agrupación 51 de gránulos conformes y una agrupación 52 de gránulos no conformes, y se busca una interfaz con un amplio rango efectivo de sensibilidad (paso 107). A este respecto, cuando el vector del centro de gravedad para la agrupación de gránulos conformes se denota por P(X_{p1} , X_{p2} , X_{p3} , ..., X_{pn}) y el vector del centro de gravedad para la agrupación de gránulos no conformes se denota por Q(X_{q1} , X_{q2} , X_{q3} , ..., X_{qn}), la distancia cuadrada Euclidiana entre los centros de gravedad se expresa mediante:

[Fórmula 4]

$$d^2 = \sigma_{i=1}^n (X_{p1} - X_{q1})^2 \quad \dots (4)$$

25 Luego, se determina la interfaz entre las agrupaciones (paso 107). Cuando se determina la interfaz, los valores de los datos multivariados se clasifican en agrupaciones con la distancia cuadrada Euclidiana máxima, y se determina la interfaz representada por el carácter de referencia u en la figura 6.

Entonces, se supone que una fórmula para el plano m de la interfaz que minimiza la distancia de Mahalanobis se expresa mediante la fórmula (5), mientras que una ecuación para el plano u de la interfaz que maximiza la distancia euclídea se expresa mediante la fórmula (6).

30 [Fórmula 5]

$$m : a_1 X + b_1 y + c_1 Z = d_1 \quad \dots (5)$$

[Fórmula 6]

$$u : a_2 X + b_2 y + c_2 Z = d_1 \quad \dots (6)$$

35 Se obtienen los dos planos característicos m y u como se muestra en la figura 6. Luego, el diagrama de correlación en la figura 6 se gira de tal manera que una dirección de visualización (vector de visualización) se alinea con una posición donde los dos planos diferentes m y u se intersecan entre sí y parecen ser un segmento (paso 108 en la figura 5). Por lo tanto, se determina el umbral óptimo con el número de dimensiones en el espacio de color reducido de tres a dos. Esto permite la provisión de una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que permite que el procesamiento de la señal se simplifique sustancialmente y que el operador pueda utilizarlo fácilmente.

40 Un segmento L (véase figura 6) que resulta de la intersección del plano m expresado por la fórmula (5) y el plano u expresado por la fórmula (6) se puede determinar de la siguiente manera.

[Fórmula 7]

$$P = A + t e \quad \dots (7)$$

donde A: un punto que pasa a través de una línea de intersección L,

e: un vector direccional para la línea de intersección, y

t: un parámetro.

Luego, cuando el vector de dirección e para la línea de intersección se determina mediante la ejecución de un cálculo de sustancia exterior en vectores normales para los dos planos m y u, la fórmula (8) es verdadera.

5 [Fórmula 8]

$$e = [b_1c_2 - c_1b_2, c_1a_2 - a_1c_2, a_1b_2 - b_1a_2] \quad \dots (8)$$

Aquí, se asume lo siguiente: $X_e = b_1c_2 - c_1b_2$, $Y_e = c_1a_2 - a_1c_2$, y $Z_e = a_1b_2 - b_1a_2$.

El punto P a través del cual pasa la línea de intersección L se expresa de la siguiente manera.

[Fórmula 9]

Para $Z_e \neq 0$, $((d_1b_2 - d_2b_1)/Z_e, (d_1a_2 - d_2a_1)/(-Z_e), 0)$,
 Para $Y_e \neq 0$, $((d_1c_2 - d_2c_1)/(-Y_e), 0, (d_1a_2 - d_2a_1)/Y_e)$,
 Para $X_e \neq 0$, $(0, ((d_1c_2 - d_2c_1)/X_e, (d_1b_2 - d_2b_1)/(-X_e))$, y
 Para $X_e = 0, Y_e = 0, \{\}$ y $Z_e = 0$, no se forma una línea de intersección (los dos planos son paralelos entre sí). ... (9)

10

Cuando la línea de intersección L se determina como se describió anteriormente, se habilita la conversión a un diagrama de correlación RGB para una superficie de visualización bidimensional óptima con un punto de vista ubicado en la línea de intersección L (véase figura 7).

(Paso de determinación de umbral)

15 Como se describió anteriormente, el operador determina un umbral de determinación para gránulos conformes y gránulos no conformes basado en la línea de intersección L en el espacio bidimensional en la figura 7 (paso 109 en la figura 5). Esto permite la determinación del umbral óptimo con el número de dimensiones en el espacio de color reducido de tres en la figura 6 a dos en la figura 7. Por lo tanto, se puede proporcionar una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que permite simplificar sustancialmente el procesamiento de la señal y que permite al operador establecer fácilmente el umbral óptimo y que puede ser utilizado fácilmente por el operador. Se ha descrito la operación de configuración de umbral antes de la operación real de la máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico.

20 (Operación de clasificación)

Después de la operación de configuración de umbral descrita anteriormente, se realiza lo siguiente: especificación de un material (grano o gránulo, el tipo de grano y similares), ajuste de la tasa de flujo (ajuste de un flujo objetivo), ajuste de la sensibilidad de las sustancias de clasificación (sean o no sustancias extrañas (vidrio y piedras) y gránulos coloreados (gránulos no conformes, arroz lechoso, arroz ligeramente alterado y similares) se clasifican o eliminan de los objetivos de clasificación), el ajuste del tiempo de retardo en el eyector, y similares. Posteriormente, se suministra un material al tanque 5 de almacenamiento, y se selecciona un interruptor de clasificación en el panel de control que incluye un panel táctil. Por lo tanto, se inicia un programa que inicia una operación de clasificación, y el umbral se carga desde la memoria 34 de almacenamiento de umbral en la figura 4, el umbral se establece como se describió anteriormente para permitir la determinación de si los gránulos son conformes o no conformes. Luego, la CPU y la sección 32 de memoria determinan si los gránulos son conformes o no conformes según el umbral.

En este estado, cuando se inicia el alimentador 6 vibrador, el material suministrado al tanque 5 de almacenamiento se alimenta al canal 4. El material cae desde el extremo inferior del canal 4 y es detectado por los detectores 7a y 7b ópticos.

35 En este sentido, las imágenes del material que fluye hacia abajo entre los detectores 7a y 7b ópticos son captadas por las cámaras 13a y 13b CCD y la cámara 14 NIR. Los datos de captación de imagen se almacenan temporalmente en la memoria 37 de almacenamiento de datos de imagen a través del mecanismo 33 de adquisición de datos de imagen. Luego, como se describe en los pasos de aprendizaje del patrón de gránulos conformes/patrón de gránulos no

conformes y los pasos de cálculo del umbral, los datos del material se representan en el espacio de color tridimensional y luego se convierten en el espacio de color bidimensional. Es decir, el gránulo a clasificar y determinar es un gránulo A o un gránulo B en la figura 7.

5 Por otro lado, el umbral actual almacenado en la memoria 34 de almacenamiento de datos de umbral puede representarse esquemáticamente como la línea de intersección L en la figura 7. En la figura 7, la línea de intersección L sirve como línea de límite. Un área sobre la línea L de límite representa un área de gránulos conformes, mientras que un área debajo de la línea L de límite representa un área de gránulos no conformes.

10 Como se muestra en la figura 7, si el gránulo A está dentro del área de gránulos conformes por encima de la línea L límite, el mecanismo 36 de determinación de gránulos conformes /gránulos no conformes en la figura 4 determina que el "gránulo A es un gránulo conforme". El circuito 41 de accionamiento del eyector no emite ninguna señal de extracción, y el gránulo A se recoge en el grifo 9 de gránulos conformes como un gránulo de conformación (véase figura 2). Por otra parte, si el gránulo B está dentro del área de gránulos no conformes debajo de la línea L límite, el mecanismo 36 de determinación de gránulos conformes/gránulos no conformes en la figura 4 determina que el "gránulo B es un gránulo no conforme". Por lo tanto, el circuito 41 de accionamiento del eyector emite una señal de extracción a la válvula 21 solenoide. El gránulo B se retira del material que fluye hacia abajo, mediante aire a alta presión soplado a través de la boquilla 8 eyectora. El gránulo B se recoge luego en el grifo 27 de gránulo no conforme como un gránulo no conforme (véase figura 2).

15 La configuración opuesta se puede hacer considerando que la agrupación de gránulos conformes de la figura 6 y la figura 7 es una agrupación de gránulos no conformes, mientras que la agrupación de gránulos no conformes de la figura 6 y la figura 7 es una agrupación de gránulos conformes. Normalmente, los gránulos no conformes representan un porcentaje muy bajo del material en comparación con los gránulos conformes y, por lo tanto, pueden clasificarse y eliminarse soplando aire a alta presión de la boquilla 8 eyectora contra los gránulos no conformes. Sin embargo, si los gránulos conformes representan un porcentaje muy bajo del material en comparación con los gránulos no conformes, la eficiencia de clasificación aumenta al considerar que los gránulos conformes son gránulos no conformes y sopla aire a alta presión de la boquilla eyectora contra los gránulos conformes a ordenar y retirar los gránulos conformes. Esto se conoce como "salida inversa", y un mecanismo de control relevante se incorpora convencionalmente en una máquina de clasificación de colores. El operador puede realizar los ajustes adecuados teniendo en cuenta, por ejemplo, la tasa de gránulos no conformes mezclados en los gránulos del material. La simple reescritura de los datos en la memoria 34 de almacenamiento de datos de umbral permite configurar una operación para considerar que la agrupación de gránulos conformes en la figura 6 y la figura 7 sea una agrupación de gránulos no conformes, mientras que la agrupación de gránulos no conformes en la figura 6 y la figura 7 es una agrupación de gránulos conformes. Cuando el operador pone "marcha atrás", los gránulos conformes se someten a aire a alta presión de la boquilla 8 eyectora y se recogen en el grifo 27 de gránulos no conformes. Por otro lado, los gránulos no conformes se recogen en el grifo 9 de gránulos conformes sin estar sometidos al aire a alta presión de la boquilla 8 eyectora.

20 Como se describió anteriormente, de acuerdo con la presente invención, la sección de determinación que determina si los gránulos se deben tratar o no como un objetivo de separación basado en la información de color individual en los gránulos incluye la sección de creación de datos de distribución de color tridimensional, la sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis, la sección de creación de interfaz de distancia Euclidiana y la sección de determinación de umbral. Por lo tanto, la sección de creación de datos de distribución de color tridimensional traza los componentes de longitud de onda de luz R, luz G y luz B de los gránulos en el espacio de color tridimensional para crear la distribución de color tridimensional completa para una muestra de gránulos. Luego, la sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis establece una interfaz calculada en función de la distancia de Mahalanobis, y divide los datos en aproximadamente dos agrupaciones, el área de la agrupación de gránulos conformes y el área de la agrupación de gránulos no conformes. Además, la sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana determina la posición del centro de gravedad del área de agrupamiento de gránulos conformes y la posición del centro de gravedad de área de agrupamiento de gránulos no conformes, y establece, en toda la distribución de color tridimensional, una interfaz calculada en función de la distancia Euclidiana y que implica la distancia más larga entre las posiciones del centro de gravedad. La sección de determinación de umbrales determina la línea de intersección entre la interfaz para la distancia de Mahalanobis y la interfaz para la distancia Euclidiana, y establece que la línea de intersección sea un umbral que permita determinar si los gránulos deben tratarse como un objetivo de separación. Por lo tanto, la muestra de gránulos representada en el espacio de color tridimensional se puede separar aproximadamente en un área de agrupamiento de gránulos conformes y un área de agrupamiento de gránulos no conformes por la

25 Interfaz de distancia de Mahalanobis. Luego, se puede buscar una interfaz con un amplio rango de sensibilidad efectiva en función de la interfaz de distancia Euclidiana. Además, la sección de determinación de umbral puede calcular un umbral en el espacio de color bidimensional. Por lo tanto, se puede proporcionar una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que permite realizar fácilmente un ajuste de sensibilidad utilizando efectivamente la información de espacio de color tridimensional RGB similar a la información obtenida a través de los ojos humanos y que permite que el procesamiento de la señal se simplifique sustancialmente.

30 La máquina clasificadora de color de acuerdo con la presente invención no está limitada a la realización descrita anteriormente. Se pueden realizar varios cambios en el diseño de la realización. Por ejemplo, el canal se adopta como medio de transferencia, pero puede configurarse para incluir una pluralidad de etapas, como dos etapas verticales o

- tres etapas verticales. Alternativamente, se puede usar una cinta transportadora o similar como medios de transferencia. Además, la boquilla eyectora de aire a alta velocidad que sopla aire a alta presión se adopta como medio de exclusión para excluir el objetivo de separación del flujo continuo. Sin embargo, en lugar de la boquilla eyectora de alta velocidad, se puede usar un medio eyector de empuje tal como un cilindro de aire que excluye el objetivo de separación del flujo continuo.
- 5
- Como se describió anteriormente, la presente invención es evidentemente una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico novedosa y útil que permite que la configuración de la sensibilidad se realice fácilmente utilizando eficazmente información de espacio de color tridimensional RGB similar a la información obtenida a través de los ojos humanos y que permite que el procesamiento de la señal sea sustancialmente simplificado.
- 10 [Aplicabilidad industrial]
- La presente invención es aplicable a una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que clasifica un material que incluye granos tales como arroz, trigo, frijoles o nueces, piezas de resina tales como pellas o perlas, medicamentos, minerales, artículos finos como cebos blancos u otros gránulos en gránulos conformes y gránulos no conformes y excluye sustancias extrañas o similares mezcladas en el material.
- 15 [Lista de signos de referencia]
- 1 Máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico
- 2 Marco de la máquina
- 3A Sección de clasificación primaria
- 3B Sección de clasificación secundaria
- 20 4 Canal
- 5 Tanque de almacenamiento
- 6 Alimentador vibrador
- 7 Sección de detección óptica
- 8 Boquilla eyectora
- 25 9 Canaleta de recolección de gránulos conformes
- 10 Canaleta de recolección de gránulos no conformes
- 11 Canaleta de recolección auxiliar de gránulos no conformes
- 12 Caja
- 13 Cámara CCD
- 30 14 Cámara NIR
- 15 Fuente de luz visible
- 16 Fuente de luz infrarroja cercana
- 17 Fondo
- 18 Miembro de ventana
- 35 19 subtanque
- 20 Tubo de aire
- 21 Válvula de solenoide
- 22 Tubo
- 23 Cilindro de aire
- 40 24 Puerta frontal

- 25 Pantalla de cristal líquido
- 26 Interruptor de suministro energía
- 27 Grifo de gránulo no conforme
- 28 Grifo de gránulo conforme
- 5 29 Grifo auxiliar de gránulo no conforme
- 30 Ranura de muestra
- 31 Sección de procesamiento de señal
- 32 CPU y sección de memoria.
- 33 Mecanismo de adquisición de datos de imagen
- 10 34 Memoria de almacenamiento de datos de umbral
- 35 Mecanismo de cálculo de binarización
- 36 Mecanismo de determinación de gránulos conformes/gránulos no conformes
- 37 Memoria de almacenamiento de datos de imagen
- 38 Mecanismo de cálculo de datos umbral
- 15 39 Mecanismo de recepción de señal de operación
- 40 Circuito eyector de accionamiento
- 51 Agrupación de gránulos conformes
- 52 Agrupación de gránulos no conformes

REIVINDICACIONES

1. Una máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico que comprende medios de transferencia para transferir gránulos que incluyen gránulos conformes, gránulos no conformes y sustancias extrañas de tal manera que los gránulos forman un flujo continuo, medios de inspección para inspeccionar los gránulos transferidos por los medios de transferencia, medios de determinación para determinar si los gránulos se deben tratar o no como un objetivo de separación en función de la información de color individual en los gránulos inspeccionados por los medios de inspección, y los medios de exclusión para excluir el objetivo de separación determinado por los medios de determinación del flujo continuo,
- 5 en donde los medios de inspección incluyen una sección de iluminación que ilumina los gránulos con luz y una sección de detección óptica que detecta la luz transmitida a través de los gránulos o reflejada desde los gránulos, y
- 10 los medios de determinación incluyen una sección de creación de datos de distribución de color tridimensional que traza componentes de longitud de onda de luz R, luz G y luz B de los gránulos detectados por la sección de detección óptica en un espacio de color tridimensional para crear datos de distribución tridimensional de color para una muestra de gránulos;
- 15 caracterizada por una sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis que establece una interfaz calculada en función de una distancia de Mahalanobis en los datos de distribución de color tridimensional creados por la sección de creación de datos de distribución tridimensional para dividir los datos en una primer área de agrupamiento de gránulos conformes que contiene muchos gránulos conformes y una primer área de agrupamiento de gránulos no conformes que contiene muchos gránulos no conformes y sustancias extrañas;
- 20 una sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana que determina una posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de gránulos conformes creada por la sección de creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis y una posición del centro de gravedad de la primer área de agrupamiento de gránulos no conformes creada por la creación de la interfaz de distancia de Mahalanobis, la sección de creación de la interfaz de distancia Euclidiana establece una interfaz calculada en función de una distancia Euclidiana en la que las posiciones del centro de gravedad se encuentran a una distancia mayor entre sí para dividir los datos en una segunda área de agrupamiento de gránulos conformes y una segunda área de agrupamiento de gránulos no conformes; y
- 25 una sección de determinación de umbral que determina una línea de intersección entre la interfaz calculada en función de la distancia de Mahalanobis y la interfaz calculada en función de la distancia Euclidiana, para determinar que la línea de intersección sea un umbral de determinación que permita determinar si los gránulos son o no tratados como un objetivo de separación.
- 30 2. Máquina clasificadora de gránulos de tipo óptico según la reivindicación 1, en la que los medios de determinación incluyen además:
- 35 una sección de aprendizaje y almacenamiento que permite que las muestras de gránulos conformes, gránulos no conformes y sustancias extrañas preparadas preliminarmente por un operador fluyan a los medios de transferencia de manera que, cuando la sección de detección óptica detecte cada una de las muestras para crear datos de distribución de color tridimensionales y la muestra es mostrada en una imagen, el operador clasifica visualmente la muestra como gránulos conformes, gránulos no conformes o sustancias extrañas y la sección de aprendizaje y almacenamiento realiza el aprendizaje en asociación con los datos de distribución tridimensional del color; y
- 40 una sección de determinación de gránulos conformes/gránulos no conformes que considera que los gránulos son un objetivo de separación si se determina que los datos creados en los datos de distribución de color tridimensional no pertenecen al umbral determinado por la sección de determinación de umbral cuando se permite que fluya un material a los medios de transferencia y se realiza una operación de clasificación.

FIG. 1

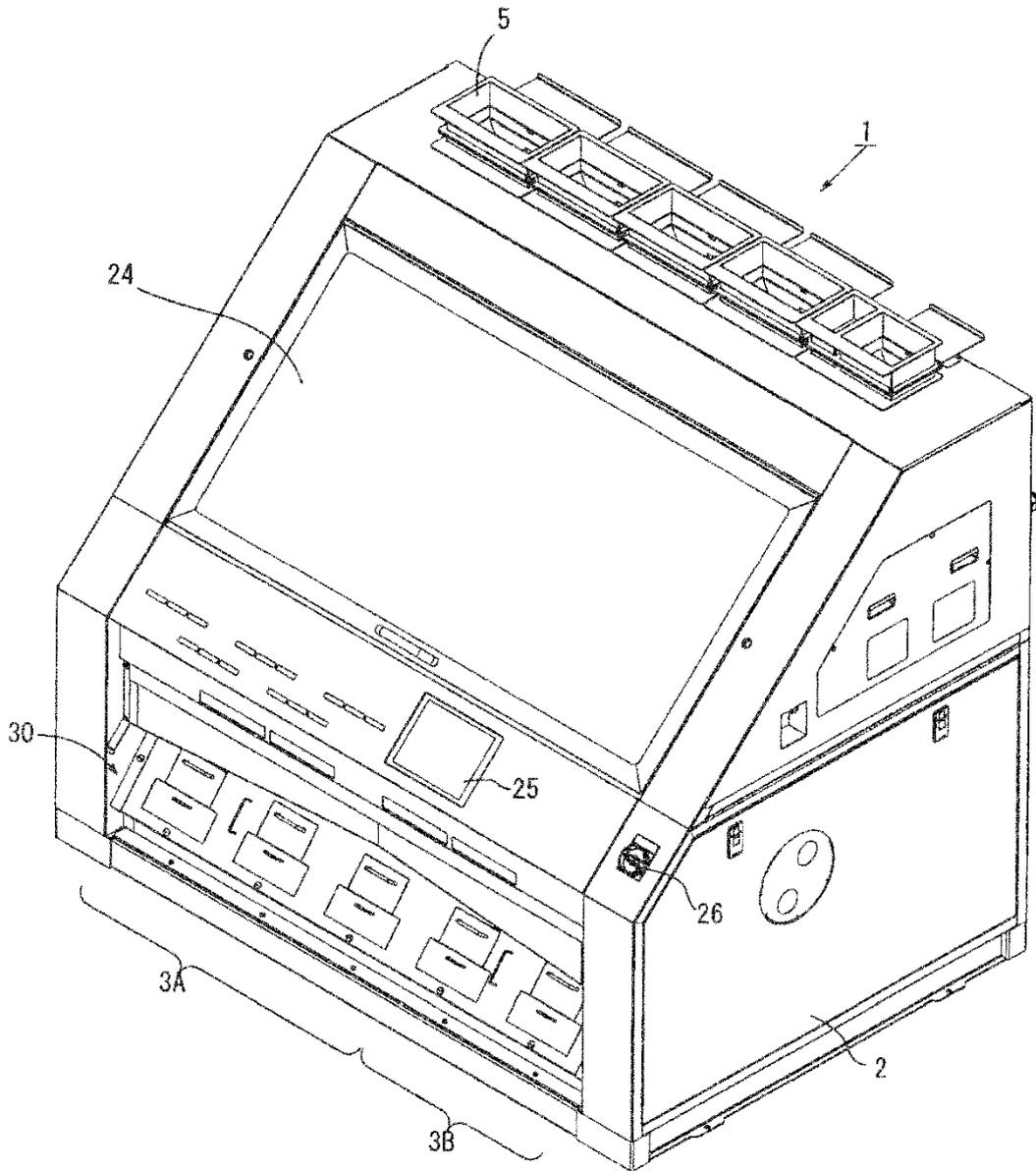


FIG. 2

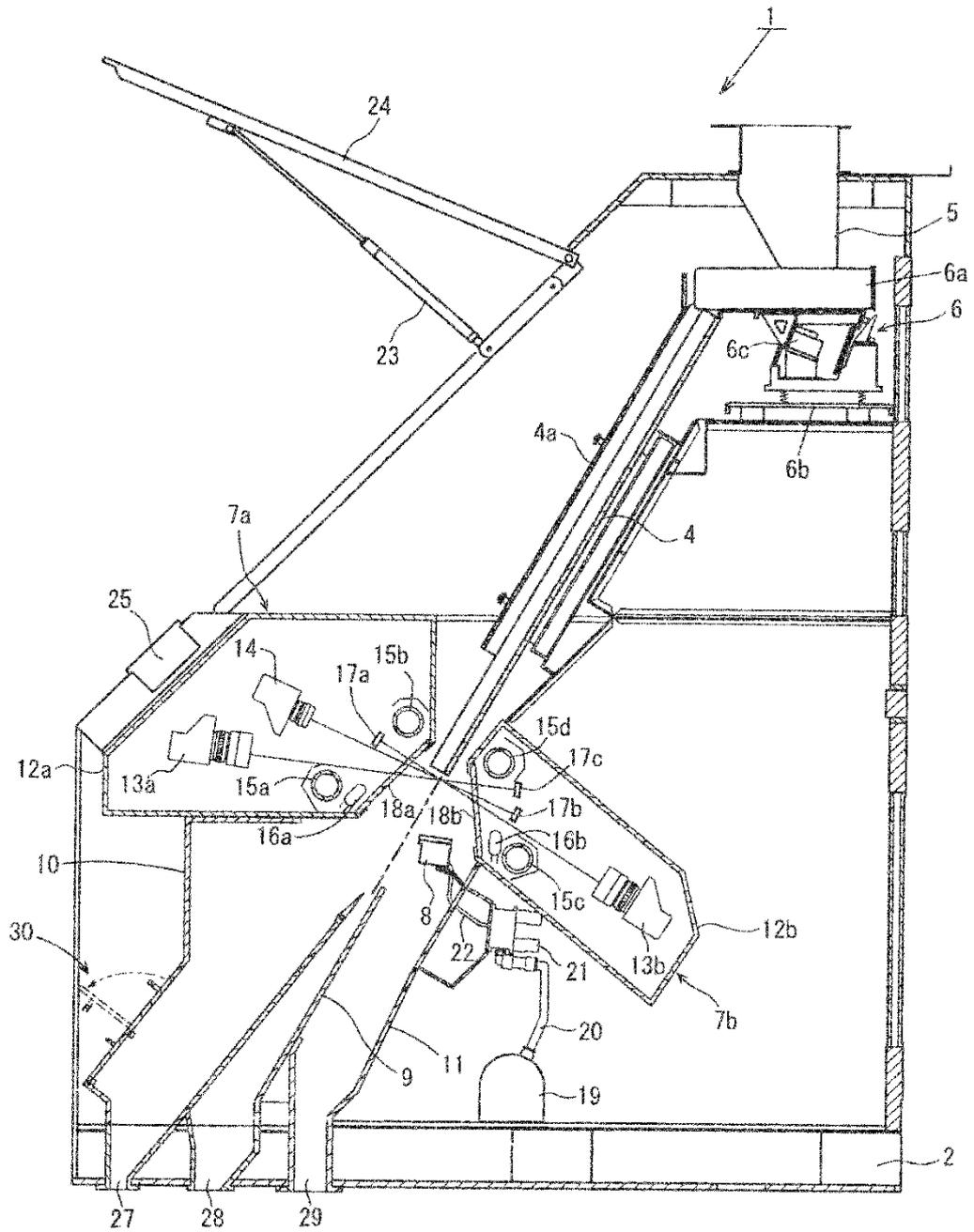


FIG. 3

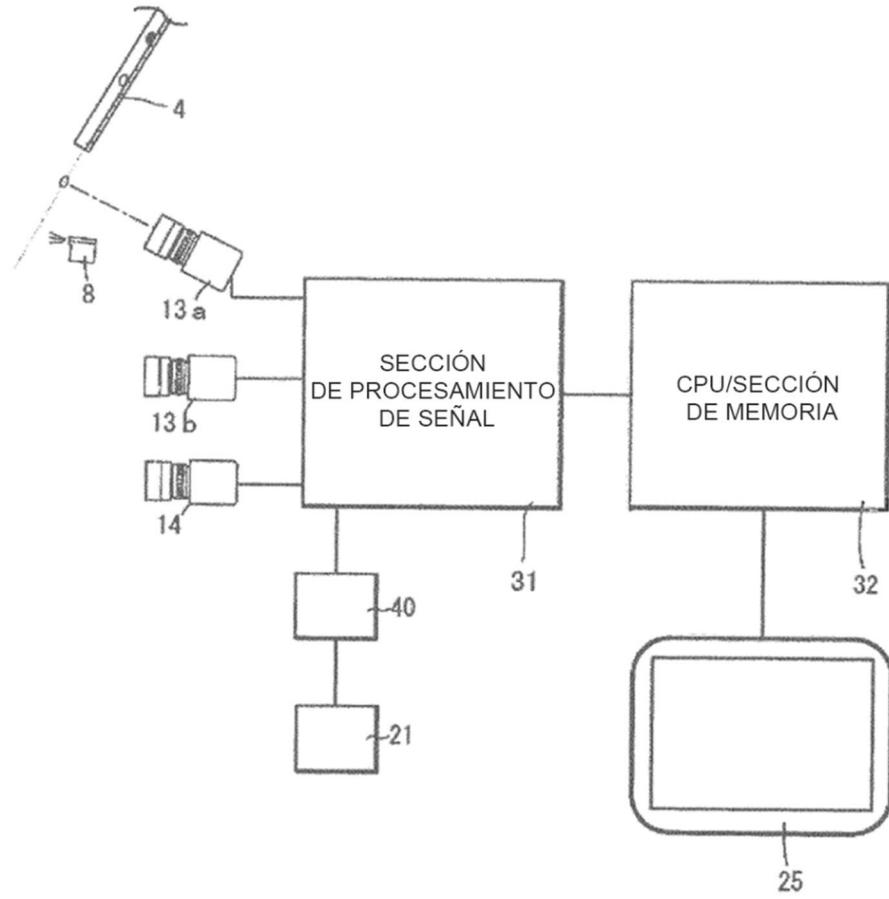


FIG. 4

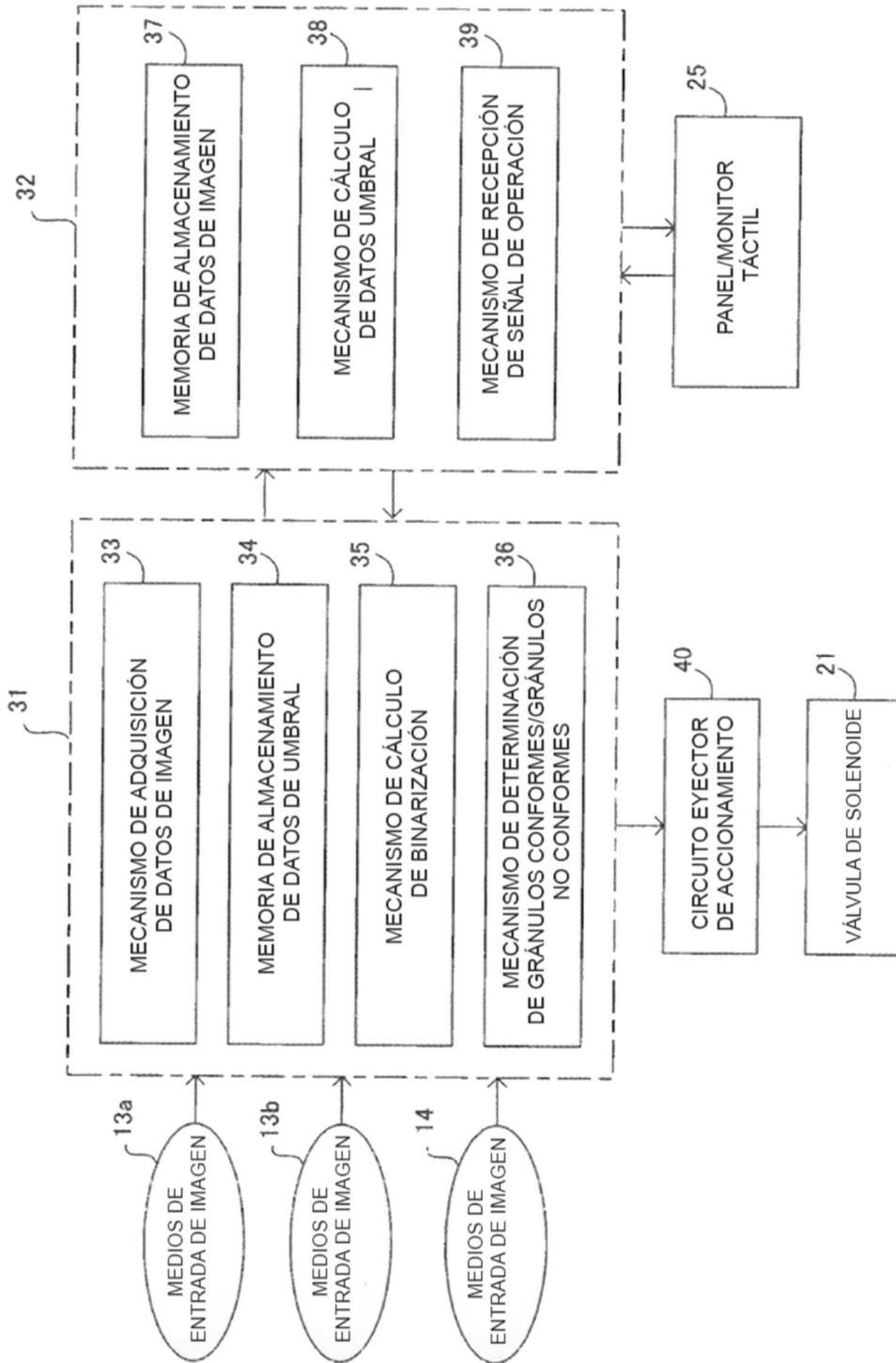


FIG. 5

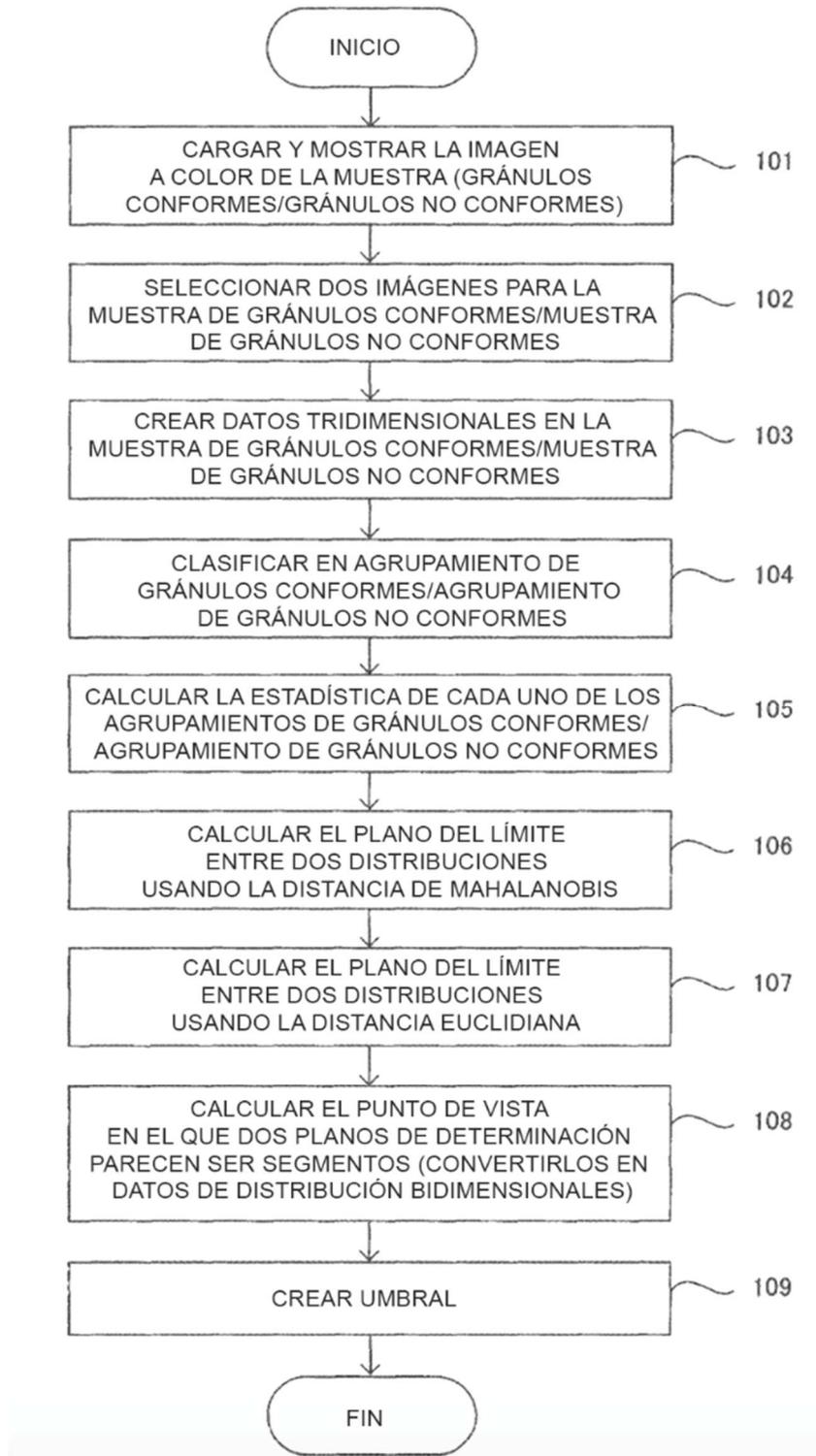


FIG. 6

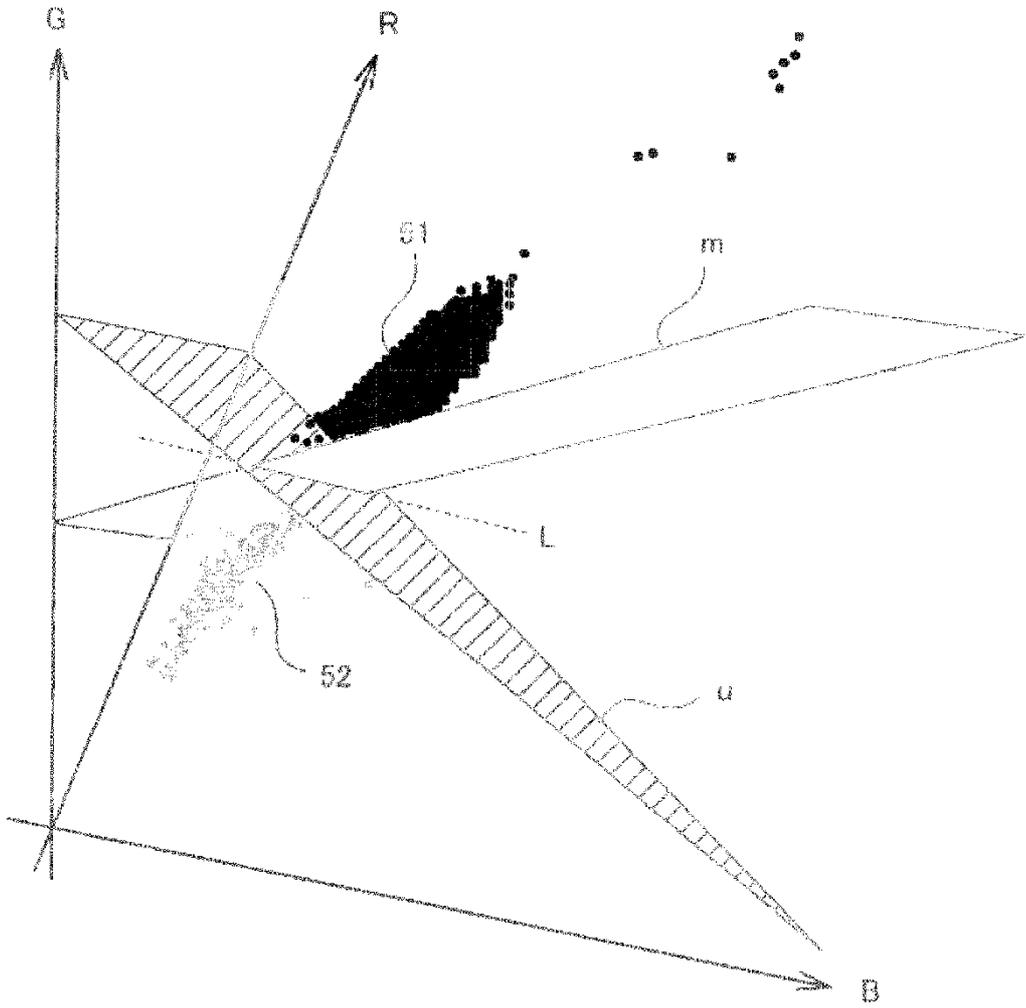


FIG. 7

