

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 746**

51 Int. Cl.:

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| <b>H04N 23/56</b>  | (2013.01) |
| <b>H04N 23/957</b> | (2013.01) |
| <b>G01N 21/90</b>  | (2006.01) |
| <b>G01N 21/88</b>  | (2006.01) |
| <b>G06T 7/00</b>   | (2007.01) |
| <b>H04N 7/18</b>   | (2006.01) |
| <b>H04N 23/90</b>  | (2013.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.01.2018 PCT/US2018/012328**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.07.2018 WO18132294**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.01.2018 E 18738516 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025 EP 3568977**

54 Título: **Sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro**

30 Prioridad:

**11.01.2017 US 201715404148**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.06.2025**

73 Titular/es:

**APPLIED VISION CORPORATION (100.00%)  
2020 Vision Lane  
Cuyahoga Falls, Ohio 44223, US**

72 Inventor/es:

**KRESS, MICHAEL LEO y  
MURDOCH, BRYAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 3 029 746 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 de inspección de recipientes con iluminación de campo claro

5 **Antecedentes**

10 Las plantas de producción para fabricar recipientes (tales como latas de bebida) pueden producir un número muy grande de recipientes, con una decoración sofisticada (multicolor) en los mismos, en una cantidad de tiempo relativamente corta. Por ejemplo, un decorador convencional en una planta de producción de recipientes puede decorar 2.000 recipientes por minuto. Las decoraciones de recipiente tienen un valor intrínseco, ya que los consumidores tienden a asociar percepciones de calidad a un producto basándose en el diseño del recipiente que contiene el producto.

15 Convencionalmente, existe una falta de inspección robusta de superficies exteriores de los recipientes en estas plantas de producción de recipientes. Un proceso conocido para la inspección de recipientes es encargar a un operador en la planta que extraiga periódicamente recipientes de un transportador para su inspección visual. Por ejemplo, de vez en cuando (por ejemplo, cada 15 minutos), el operador se puede encargar de extraer un pequeño número de recipientes del transportador e inspeccionar visualmente los recipientes para garantizar que las superficies exteriores de los recipientes estén libres de defectos fácilmente evidentes (por ejemplo, para garantizar que se apliquen colores apropiados a las superficies exteriores de los recipientes, para garantizar que las superficies exteriores de los recipientes estén libres de manchas, etc.). Usando este enfoque convencional, se pueden fabricar miles de recipientes defectuosos antes de que el operario perciba un defecto en la superficie exterior de uno o más de los recipientes muestreados. En la práctica, estos recipientes (completados) deben desecharse, lo que resulta en un coste significativo para el fabricante del recipiente.

25 Recientemente, se han desarrollado y desplegado sistemas automatizados en plantas de producción de recipientes, en donde tales sistemas están configurados, a través de inspección visual automatizada, para detectar defectos en superficies exteriores de recipientes. Estos sistemas incluyen múltiples cámaras que se colocan para capturar imágenes de superficies exteriores de un recipiente cuando el recipiente pasa a través de una región de inspección. En tales sistemas, las imágenes se capturan mientras se ilumina un recipiente por medio de iluminación de campo oscuro. Las imágenes de la pared lateral del recipiente tomadas bajo iluminación de campo oscuro son muy adecuadas para representar defectos espaciales, defectos tridimensionales (por ejemplo, abolladuras, rozaduras, contaminación, etc.) y cambios de color sutiles en tintas opacas en el recipiente. Un sistema informático analiza las imágenes capturadas por las cámaras para determinar si la superficie exterior del recipiente incluye un defecto. Sin embargo, los sistemas que incorporan iluminación de campo oscuro no pueden correlacionar con precisión el color medido en las imágenes con sistemas y normas de medición fuera de línea. Además, estos sistemas son generalmente incapaces de detectar, en recipientes que se han decorado con tinta de colores oscuros, arañazos o huecos involuntarios en las decoraciones (donde, por alguna razón, no se aplicó tinta donde debería haberse aplicado). El documento US 2013/120746 A1 divulga un sistema de inspección para inspeccionar las superficies de vajillas y/o piezas de vajilla de cerámica usando una o más cámaras y usando una cúpula de inspección.

**Sumario**

45 Lo siguiente es un breve sumario de la materia objeto que se describe con mayor detalle en el presente documento. Este sumario no pretende ser limitante en cuanto al alcance de las reivindicaciones.

50 En el presente documento se describe un sistema de inspección de recipientes, como se define en la reivindicación 1, que está configurado para determinar si un recipiente que se está transportando en un transportador incluye un defecto en una superficie exterior de una pared lateral del recipiente. El sistema de inspección de recipientes puede detectar defectos que pueden ocurrir en un diseño o etiqueta en una superficie exterior del recipiente, tal como un color inapropiado que se imprime en la superficie exterior del recipiente (por ejemplo, un tono de color es incorrecto), manchas y así sucesivamente, de modo que el diseño o la etiqueta no aparezcan como se desea. El sistema de inspección de recipientes puede detectar diversos defectos en superficies exteriores de los recipientes, incluyendo defectos físicos (por ejemplo, rasguños, abolladuras, etc.) o huecos en las decoraciones (por ejemplo, donde una porción de un recipiente debe estar cubierta por tinta, pero, en su lugar, hay metal desnudo).

60 El sistema de inspección de recipientes incluye una cúpula de inspección, en donde el recipiente está ubicado en la cúpula de inspección cuando se inspecciona el recipiente. La cúpula de inspección limita una cantidad de luz, externa a la cúpula de inspección, que puede iluminar el recipiente (y adicionalmente evita que la luz usada para iluminar la superficie exterior del recipiente salga de la cúpula de inspección). Además, el sistema de inspección de recipientes incluye una fuente de luz que está configurada para emitir luz dentro de la cúpula de inspección. En un ejemplo, la fuente de luz puede incluir un diodo emisor de luz (LED) u otra fuente de luz adecuada. La fuente de luz emite luz de manera difusa, lo que da como resultado un campo claro relativamente uniforme en todo el interior de la cúpula de inspección (de tal manera que el recipiente se ilumina mediante iluminación de campo claro, en lugar de iluminación de campo oscuro). El sistema de inspección de recipientes incluye varias cámaras (colocadas para rodear el recipiente bajo inspección) que están configuradas para generar simultáneamente imágenes de la superficie exterior de la pared

lateral del recipiente mientras tal superficie se ilumina en la cúpula de inspección. Más específicamente, la fuente de luz es estroboscópica, de modo que la superficie de recipiente mencionada anteriormente se ilumina durante una cantidad de tiempo relativamente corta (por ejemplo, del orden de decenas de microsegundos). Las cámaras capturan imágenes respectivas de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente mientras se ilumina tal superficie.

5 El sistema de inspección de recipientes también incluye un sistema informático que está en comunicación con las cámaras, en donde el sistema informático está configurado para, para cada recipiente que pasa a través de la cúpula de inspección, recibir imágenes (generadas por las cámaras) de una superficie externa de una pared lateral del recipiente. El sistema informático determina si la superficie exterior de la pared lateral del recipiente incluye un defecto basándose en las imágenes. Se puede determinar que la cúpula de inspección incluye varias aberturas en la misma: 10 dos aberturas para el transporte de recipientes (una primera abertura donde el recipiente entra en la cúpula de inspección en el transportador, y una segunda abertura donde el recipiente sale de la cúpula de inspección en el transportador), y una abertura para cada cámara. Además, los recipientes están cerca entre sí en el transportador. Por lo tanto, las imágenes de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente pueden incluir reflejos de las 15 aberturas, así como reflejos de recipientes adyacentes en el transportador.

En un ejemplo, varias cámaras capturan simultáneamente imágenes respectivas de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente mientras el recipiente está en la cúpula de inspección. Cuando el recipiente que se está inspeccionando es cilíndrico, el sistema informático puede procesar cada imagen, de modo que la porción de la 20 superficie exterior de la pared lateral del recipiente capturada en cada imagen se "aplana". De acuerdo con la invención reivindicada, el sistema informático está configurado para identificar en una primera imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente (donde la primera imagen se captura por una primera cámara), una primera región que incluye reflejos (por ejemplo, desde las aberturas o recipientes adyacentes en el transportador). El sistema informático está, de acuerdo con la invención reivindicada, configurado además para reemplazar la primera región en 25 la primera imagen con una segunda región en una segunda imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente (donde la segunda imagen se captura por una segunda cámara), donde la primera región y la segunda región se mapean a una misma región física de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente. Se puede determinar que la segunda región de la segunda imagen no representará los reflejos encontrados en la primera región de la primera imagen, ya que la primera y segunda imágenes se capturan por cámaras en diferentes posiciones con respecto al recipiente. Además, estas regiones en las imágenes se pueden identificar antes de que se capturen las 30 imágenes basándose en la geometría conocida del recipiente y las posiciones de las cámaras con respecto al recipiente cuando se capturan las imágenes.

En respuesta al reemplazo de la primera región de la primera imagen con la segunda región de la segunda imagen, la primera imagen se convierte en una imagen sin reflejos de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente. El sistema informático realiza este proceso para cada imagen capturada por cada cámara, creando de esta manera varias imágenes sin reflejos. El sistema informático puede unir opcionalmente las imágenes sin reflejo juntas, creando de esta manera una imagen del recipiente como si el recipiente estuviera desenvuelto (denominado como una imagen desenvuelta). El sistema informático puede entonces alinear la imagen desenvuelta a un modelo estadístico que 40 representa un recipiente desenvuelto que está libre de defectos.

Posteriormente, el sistema informático compara la imagen desenvuelta con el modelo estadístico. Cuando el sistema informático compara la imagen desenvuelta con el modelo estadístico e identifica una disimilitud suficiente entre los mismos, el sistema informático puede emitir una señal que indica que el recipiente está defectuoso. A la inversa, 45 cuando hay suficiente similitud entre la imagen desenvuelta y el modelo estadístico, el sistema informático puede emitir una señal que indica que el recipiente no está defectuoso.

El sumario anterior presenta un resumen simplificado para proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de los sistemas y/o métodos analizados en el presente documento. Este sumario no es una visión general extensa de los sistemas y/o métodos analizados en el presente documento. No se pretende para identificar elementos clave/críticos ni para delimitar el alcance de tales sistemas y/o métodos. Su único fin es presentar algunos conceptos de forma simplificada como prelude de la descripción más detallada que se presenta más adelante. El alcance de la invención está definido en las reivindicaciones adjuntas.

## 55 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro de ejemplo.

60 La figura 2 es una vista de arriba hacia abajo de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro de ejemplo.

La figura 3 es otra vista de arriba hacia abajo de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro de ejemplo.

La figura 4 representa imágenes de un recipiente capturadas por una primera cámara y una segunda cámara de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro.

65 La figura 5 representa una banda en una primera imagen que se reemplaza con una banda de una segunda imagen.

La figura 6 representa un diagrama de bloques funcional de un sistema informático de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra una metodología de ejemplo para configurar un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro.

5 La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra una metodología de ejemplo para operar un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro.

La figura 9 es un dispositivo informático de ejemplo.

### Descripción detallada

10 A continuación, se describen diversas tecnologías que pertenecen a un sistema de inspección de recipientes que incorpora iluminación de campo claro con referencia a los dibujos, en donde se usan números de referencia similares para referirse a elementos similares a través de todo el documento. En la siguiente descripción, para fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar un entendimiento completo de uno o más aspectos. Sin embargo, puede ser evidente que tal aspecto o aspectos se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En otras instancias, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagramas de bloques para facilitar describir uno o más aspectos. Además, debe entenderse que la funcionalidad que se describe como llevada a cabo por ciertos componentes de sistema se puede realizar por múltiples componentes. De manera similar, por ejemplo, un componente se puede configurar para realizar una funcionalidad que se describe como llevada a cabo por múltiples componentes.

25 Además, el término "o" pretende significar un "o" inclusivo en lugar de un "o" exclusivo. Es decir, a menos que se especifique lo contrario o quede claro a partir del contexto, la expresión "X emplea A o B" pretende significar cualquiera de las permutaciones inclusivas naturales. Es decir, la expresión "X emplea A o B" se satisface por cualquiera de los siguientes casos: X emplea A; X emplea B; o X emplea tanto A como B. Además, el artículo "un" y "una", como se usa en esta solicitud y las reivindicaciones adjuntas, se debe interpretar generalmente como "uno o más" a menos que se especifique lo contrario o quede claro según el contexto que indica una forma singular. Además, como se usa en el presente documento, la expresión "de ejemplo" pretende significar que sirve como una ilustración o ejemplo de algo, y no pretende indicar una preferencia.

30 Además, como se usa en el presente documento, los términos "componente" y "sistema" pretenden abarcar instrucciones almacenadas en almacenamiento de datos legibles por ordenador que están configuradas para provocar que se realice cierta funcionalidad cuando son ejecutadas por un procesador. Las instrucciones ejecutables por ordenador pueden incluir una rutina, una función o similares. También debe entenderse que un componente o sistema se puede localizar en un único dispositivo o distribuirse a través de varios dispositivos. Además, como se usa en el presente documento, la expresión "de ejemplo" pretende significar que sirve como una ilustración o ejemplo de algo, y no pretende indicar una preferencia.

40 En el presente documento se describen características que pertenecen a la identificación de defectos en una pared lateral de un recipiente, en donde una superficie exterior de la pared lateral del recipiente es al menos algo reflectante. Además, cuando se hace referencia a detectar defectos en la pared lateral del recipiente, tal acción también pretende abarcar detectar defectos en las etiquetas aplicadas a la pared lateral del recipiente (tal como una etiqueta de envoltura retráctil o una etiqueta de papel). En un ejemplo, el recipiente puede estar decorado con tinta y/o comprender un material altamente reflectante (tal como metal desnudo). En otros ejemplos, los recipientes de vidrio, plástico o papel, y/o sus combinaciones tienen etiquetas de plástico o papel aplicadas a los mismos.

50 El sistema de inspección de recipientes descrito en el presente documento, en contraste con los sistemas de inspección de recipientes convencionales, usa iluminación de campo claro para iluminar un recipiente bajo inspección (donde los sistemas de inspección de recipientes convencionales emplean iluminación de campo oscuro para iluminar un recipiente bajo inspección). Con respecto a la iluminación de campo claro, una superficie especular aparece blanca en una imagen capturada por una cámara, debido a que parte de la iluminación se refleja directamente hacia el sensor de imagen de la cámara que captura la imagen. Con respecto a la iluminación de campo oscuro, una superficie especular aparece negra en una imagen capturada por la cámara, debido a que la iluminación se dirige de tal manera que la luz se refleja lejos del sensor de imagen de la cámara que captura la imagen. Debido al menos parcialmente al uso de iluminación de campo claro para iluminar recipientes, el sistema de inspección de recipientes está bien adaptado para correlacionar con precisión los colores medidos de los recipientes inspeccionados con las normas de medición de color fuera de línea. Además, el sistema de inspección de recipientes está configurado para identificar, por ejemplo, arañazos o huecos (involuntarios) en la decoración en superficies exteriores de recipientes decorados con colores oscuros (azul, púrpura, etc.).

60 En resumen, el sistema de inspección de recipientes incluye múltiples cámaras que capturan simultáneamente imágenes de una superficie exterior de una pared lateral de un recipiente que está bajo inspección. Las cámaras se colocan de manera que las cámaras rodeen el recipiente cuando se capturan las imágenes. El sistema de inspección de recipientes incluye además un sistema informático que está configurado para identificar, en cada una de las imágenes, al menos una región que se sabe que incluye reflejos. Por lo tanto, en una primera imagen capturada por una primera cámara, el sistema informático identifica una región que se sabe que incluye reflejos (esta región se puede

conocer basándose en las geometrías del sistema de inspección de recipientes, tales como el tamaño y la forma del recipiente, las posiciones de las cámaras con respecto al recipiente, la distancia detectada entre el recipiente y un recipiente adyacente en un transportador, etc.). El sistema informático puede reemplazar la región en la primera imagen con una región de una segunda imagen (capturada por una segunda cámara), donde la región de la segunda imagen y la región de la primera imagen se mapean a la misma región física en la superficie exterior de la pared lateral del recipiente. Por lo tanto, el sistema informático provoca eficazmente que la primera imagen esté libre de reflejos. Después de que el sistema informático realice tal procesamiento (para cada imagen capturada por las cámaras), el sistema informático puede emplear técnicas de procesamiento de imágenes convencionales para determinar si el recipiente es defectuoso.

Con referencia ahora a la figura 1, se ilustra un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro 100 de ejemplo. Por ejemplo, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos en recipientes de metal (por ejemplo, latas de metal), recipientes de plástico (por ejemplo, botellas) y/o etiquetas (papel o plástico) adheridas a los mismos. Además, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos en superficies exteriores de paredes laterales de recipientes que comprenden material (por ejemplo, aluminio, acero, etc.) que refleja la luz de una manera especular. En otras palabras, el sistema 100 está bien adaptado para detectar defectos en recipientes que son reflectantes. Adicionalmente, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos en recipientes (por ejemplo, latas de metal) que se han decorado con tinta, particularmente tinta translúcida. Además, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos de impresión en etiquetas aplicadas a recipientes, en donde las etiquetas están hechas de material que es algo reflectante o pintadas con tinta que es algo reflectante. Además, aunque los recipientes representados en el presente documento tienen una pared lateral cilíndrica, debe entenderse que el sistema se puede configurar para detectar defectos en paredes laterales de formas variables.

También, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos en texto o gráficos impresos en paredes laterales de recipientes. El sistema 100 también puede detectar defectos que pueden ocurrir en un diseño o etiqueta en una superficie exterior del recipiente, tal como un color inapropiado que se imprime en la superficie exterior del recipiente (por ejemplo, un tono de color es incorrecto), manchas y así sucesivamente, de modo que el diseño o la etiqueta no aparezcan como se desea. Por ejemplo, el sistema 100 se puede configurar para detectar que un recipiente tiene un diseño impreso en el mismo que incluye una cantidad insuficiente de un color. Adicionalmente, el sistema 100 se puede configurar para detectar defectos en superficies exteriores de recipientes, incluyendo defectos físicos (por ejemplo, rasguños, abolladuras, etc.) o huecos en decoraciones (por ejemplo, en recipientes y/o etiquetas que se han decorado con colores oscuros).

Un transportador 102 transporta una pluralidad de recipientes 104-106 a través de una cúpula de inspección 108. La cúpula de inspección 108 comprende una abertura de entrada 110 para que la pluralidad de recipientes 104-106 entren en la cúpula de inspección 108. La cúpula de inspección 108 comprende además una abertura de salida 112 para que la pluralidad de recipientes 104-106 salga de la cúpula de inspección 108. Adicionalmente, la cúpula de inspección 108 comprende una primera abertura de cámara de color 114 y una segunda abertura de cámara a color 116. El sistema 100 comprende además una primera cámara de color 118 y una segunda cámara de color 120, en donde las cámaras 118 y 120 están colocadas en las aberturas 114 y 116, respectivamente. Por lo tanto, las cámaras 118 y 120 se colocan para capturar imágenes de la pluralidad de recipientes 104-106 a medida que la pluralidad de recipientes 104-106 se transportan a través de la cúpula de inspección 108 por el transportador 102. Los detalles con respecto a la operación de la primera cámara de color 118 y la segunda cámara de color 120 se exponen a continuación.

La superficie interior de la cúpula de inspección 108 está formada de material (por ejemplo, plástico) que evita que la luz, externa a la cúpula de inspección 108, ilumine los recipientes cuando los recipientes están en la cúpula de inspección 108. Adicionalmente, la cúpula de inspección 108 evita que la luz salga de la cúpula de inspección 108. Debido a las aberturas en la cúpula de inspección 108 (por ejemplo, la abertura de entrada 110, la primera abertura de cámara 114, etc.), una cantidad limitada de luz (que es externa al sistema 100) desde las aberturas 110-116 puede iluminar los recipientes dentro de la cúpula de inspección 108. Además, la superficie interior de la cúpula de inspección 108 puede ser blanca (por ejemplo, pintada de blanco o formada de un plástico blanco).

El sistema 100 comprende además un sensor 122 que emite una señal que es indicativa de cuándo un recipiente (por ejemplo, el primer recipiente 106) ha alcanzado una región de inspección en la cúpula de inspección 108. Como se describirá en el presente documento, las cámaras 118 están configuradas para capturar simultáneamente imágenes del primer recipiente 106 cuando el primer recipiente 106 está en la región de inspección. Por ejemplo, y no a modo de limitación, el sensor 122 puede ser un sensor de presencia que puede detectar cuándo el primer recipiente 106 ha pasado un punto particular (por ejemplo, cuando el primer recipiente 106 ha entrado en la cúpula de inspección 108). Adicionalmente o como alternativa, el sensor 122 puede ser un sensor rotatorio que está configurado para emitir datos basándose en el movimiento del transportador 102. Los datos de salida, por lo tanto, son indicativos de una posición del primer recipiente 106 con respecto a una posición anterior del primer recipiente 106 en el transportador 102 y, por lo tanto, la posición del primer recipiente 106 con respecto a la región de inspección en la cúpula de inspección 108.

El sistema comprende además un sistema informático 124 que recibe la señal emitida por el sensor 122. El sistema informático 124 puede recibir la señal desde el sensor 122 por medio de una conexión inalámbrica o alámbrica. El

sistema comprende además una fuente de luz 126 que está configurada para hacer que una pared lateral del primer recipiente 106 se ilumine cuando está dentro de la región de inspección de la cúpula de inspección 108. La fuente de luz 126 puede incluir una matriz de diodos emisores de luz (LED), en donde cada LED emite luz blanca. Más particularmente, la fuente de luz 126 emite luz de manera difusa, dando como resultado un campo claro relativamente uniforme a través de todo el interior de la cúpula de inspección 108 (de tal manera que el primer recipiente 106 se ilumina por medio de iluminación de campo claro, en lugar de iluminación de campo oscuro). A modo de ejemplo, a medida que la fuente de luz 126 emite luz de manera difusa, la luz se refleja en la pared interior reflectante de la cúpula de inspección 108, lo que da como resultado un campo claro relativamente uniforme en toda la cúpula de inspección 108 (por ejemplo, la luz incide sobre la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 en diversos ángulos debido a que la luz se emite de manera difusa desde la fuente de luz 126 y "rebota" en la cúpula de inspección 108). El sistema informático 124 controla la fuente de luz 126, de modo que la fuente de luz 126 se ilumina de manera estroboscópica en respuesta a que el sistema informático 124 determine que el primer recipiente 106 está en la región de inspección en la cúpula de inspección 108.

La posición y operación de la primera cámara de color 118 y la segunda cámara de color 120 se exponen ahora con mayor detalle. La primera cámara 118 y la segunda cámara 120 se colocan externas de la cúpula de inspección 108 y se dirigen radialmente hacia dentro hacia un eje central de la cúpula de inspección 108 a través de la primera abertura de cámara 114 y la segunda abertura de cámara 116, respectivamente. La primera cámara 118 y la segunda cámara 120 están en comunicación con el sistema informático 124. Más específicamente, la primera cámara 118 y la segunda cámara 120 capturan (simultáneamente) imágenes de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 cuando el eje central del primer recipiente 106 está alineado con el eje central de la cúpula de inspección 108. Análogamente, el sistema informático 124 hace que la fuente de luz 126 emita luz cuando el eje central del primer recipiente 106 está alineado con el eje central de la cúpula de inspección 108.

Dado que el campo claro es aproximadamente uniforme a través de toda la cúpula de inspección 108 cuando las cámaras 118 y 120 capturan imágenes de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente 106, las imágenes se toman bajo iluminación de campo claro. Por consiguiente, (1) el color en las imágenes se correlaciona con sistemas y normas de medición fuera de línea; y (2) los arañazos o huecos en las decoraciones en el primer recipiente 106 cuando el primer recipiente 106 está decorado usando colores oscuros (azul, púrpura, etc.) son visibles en las imágenes. Sin embargo, debido a que la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 es al menos parcialmente reflectante, pueden aparecer reflejos no deseados en las imágenes capturadas por las cámaras 118 y 120. Por ejemplo, una imagen del exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 capturada por la cámara 118 puede incluir un reflejo de la abertura de entrada 110 y un reflejo de la abertura de cámara 114. Además, aunque la Figura 1 representa el primer recipiente 106 como el único recipiente en la cúpula de inspección 108, puede haber múltiples recipientes en la cúpula de inspección 108 cuando el primer recipiente 106 está en la región de inspección, y recipientes adyacentes al primer recipiente 106 en el transportador 102 puede estar muy cerca del primer recipiente 106. Por lo tanto, por ejemplo, la imagen de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 capturada por la primera cámara 118 puede incluir un reflejo no deseado del segundo recipiente 105. Como se describirá a continuación, el sistema informático 124 se puede configurar para procesar imágenes capturadas por las cámaras 118 y 120 para retirar regiones de las imágenes que incluyen reflejos no deseados y reemplazar tales regiones con regiones de imágenes capturadas por otras cámaras, donde las regiones de reemplazo no incluyen reflejos no deseados (y donde las regiones de reemplazo se mapean a las mismas ubicaciones físicas en la pared lateral exterior del primer recipiente 106 que las regiones reemplazadas).

Con referencia a la Figura 2, se ilustra una vista aérea de la inspección de recipiente de iluminación de campo claro 100 de ejemplo, en donde el primer recipiente 106 está en la región de inspección de la cúpula de inspección 108. Como se representa en la figura 2, debido a las posiciones relativas de la primera cámara 118, el primer recipiente 106 y la primera abertura de cámara 114, se captura un primer reflejo 202 de la primera abertura de cámara 114 en una imagen de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 tomado por la primera cámara 118. De manera similar, debido a las posiciones relativas de la segunda cámara 120, el primer recipiente 106 y la primera abertura de cámara 114, se captura un segundo reflejo 204 de la primera abertura de cámara 114 en una imagen de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 tomado por la segunda cámara 120. Aunque no se ilustra en este punto, debe entenderse que se pueden capturar otros reflejos en imágenes tomadas por las cámaras 118 y 120 (por ejemplo, la imagen tomada por la primera cámara 118 puede incluir un reflejo de la abertura de entrada 110 y un reflejo de la segunda abertura de cámara 116, mientras que la imagen tomada por la segunda cámara 120 puede incluir un reflejo de la abertura de salida 112 y un reflejo de la segunda abertura de cámara 116). Como se ilustra, los reflejos 202 y 204, en las diferentes imágenes, se correlacionan con diferentes ubicaciones físicas en la superficie exterior del primer recipiente 106 (debido a que las cámaras capturan las imágenes del primer recipiente 106 desde diferentes perspectivas). Además, los reflejos 202 y 204 aparecen en diferentes ubicaciones en las imágenes capturadas por las cámaras 118 y 120. También se puede determinar que, dado que se conocen las posiciones relativas entre las cámaras 118 y 120 y las aberturas 110-116 (así como los recipientes adyacentes, si los hay), se pueden conocer las regiones en las imágenes capturadas por las cámaras 118-120 que incluyen reflejos *a priori*.

Volviendo a la Figura 1, el sistema informático 124 recibe la imagen capturada por la primera cámara 118 y la imagen capturada por la segunda cámara 120 y determina si la superficie exterior de la pared lateral del recipiente 106 incluye

un defecto basándose en las imágenes. Como se describirá con mayor detalle a continuación, el sistema informático 124 puede procesar cada imagen, de modo que la porción de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 capturada en cada imagen se "aplana". Posteriormente, el sistema informático 124 puede definir, en una primera imagen de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 (capturada por la primera cámara 118), una primera región que incluye el primer reflejo 202 (y otras regiones que incluyen otros reflejos que se pueden capturar en la primera imagen). El sistema informático 124 puede reemplazar la primera región en la primera imagen con una segunda región en una segunda imagen de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente (capturada por la segunda cámara 120), donde la primera región y la segunda región se mapean a una misma región física de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106. Se puede determinar que la segunda región de la segunda imagen no representa los reflejos encontrados en la primera región de la primera imagen, ya que la primera y segunda imágenes se capturan por cámaras en diferentes posiciones con respecto al primer recipiente 106. Este proceso se puede repetir para cada región en la primera imagen que representa reflejos, de manera que estas regiones se reemplazan con regiones de otras imágenes que no representan los reflejos. Además, como se ha indicado anteriormente, estas regiones en las imágenes se pueden identificar antes de que se capturen las imágenes basándose en geometrías del sistema de inspección de recipientes 100. Finalmente, se puede determinar que regiones en la primera imagen (capturada por la primera cámara 118) se pueden reemplazar con regiones de varias imágenes capturadas por varias cámaras diferentes (incluyendo la segunda cámara 120).

Cuando las regiones de la primera imagen que incluyen reflejos se han reemplazado con regiones de otras imágenes que no incluyen reflejos, la primera imagen se convierte en una imagen sin reflejos de la pared lateral del primer recipiente 106. El sistema informático 124 realiza este proceso para cada imagen capturada por cada cámara, creando de esta manera varias imágenes sin reflejos. El sistema informático 124 puede unir opcionalmente las imágenes sin reflejos juntas, creando de esta manera una imagen del primer recipiente 106 como si el primer recipiente 106 estuviera desenvuelto (denominado como una imagen desenvuelta). El sistema informático 124 puede entonces alinear la imagen desenvuelta del primer recipiente 106 con un modelo estadístico que representa un recipiente que está sin defectos. Posteriormente, se pueden emplear enfoques convencionales para determinar si la pared lateral del primer recipiente 106 incluye defectos (donde, como se ha indicado anteriormente, un defecto puede incluir un matiz de color inadecuado, un defecto de metal desnudo, etc.). Adicionalmente, como el primer recipiente 106 se ha iluminado por medio de iluminación de campo claro cuando las cámaras 118 y 120 capturaron imágenes del primer recipiente, se puede llevar a cabo un análisis colorimétrico en la imagen desenvuelta resultante. Por lo tanto, además de identificar defectos físicos, el sistema informático 124 puede identificar defectos relacionados con el color en la pared lateral exterior del primer recipiente 106. Cuando el sistema informático 124 determina que el recipiente está defectuoso, el sistema informático 124 puede emitir una señal que provoca, por ejemplo, que el primer recipiente 106 se retire del transportador 102, de modo que se evita que el primer recipiente 106 se llene con contenido y además se evita que se ponga a disposición de un consumidor.

Si bien se representa que el sistema de inspección 100 incluye la primera cámara 118, la segunda cámara 120 y la única fuente de luz 126, se ha de entender que el sistema de inspección 100 puede incluir múltiples cámaras (y respectivas aberturas de cámara en la cúpula de inspección 108) colocadas alrededor de la cúpula de inspección 108. Por ejemplo, el sistema 100 puede incluir seis cámaras (y seis aberturas de cámara respectivas) dirigidas radialmente hacia dentro, hacia el eje central de la cúpula de inspección 108. Las seis cámaras se pueden disponer simétricamente alrededor del eje central. En un ejemplo, cada una de las seis cámaras captura imágenes del primer recipiente 106 cuando el eje central del primer recipiente 106 está alineado con el eje central de la cúpula de inspección 108, que también es cuando el primer recipiente 106 está iluminado por medio de iluminación de campo claro. Las imágenes capturadas: 1) cada una representa porciones de la pared lateral del primer recipiente 106; y 2) pueden incluir reflejos de aberturas de transportador o aberturas de cámara.

Además, el sistema de inspección 100 se puede configurar para realizar tanto inspección de campo claro como de campo oscuro de recipientes. Por ejemplo, el sistema de inspección 100 puede incluir una segunda fuente de luz (no mostrada), donde la segunda fuente de luz se puede configurar para dirigir la luz colimada hacia la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 (en un ángulo pronunciado con respecto a la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106). Por lo tanto, cuando la segunda fuente de luz se usa para iluminar la superficie exterior de la pared lateral del recipiente 106, la superficie exterior de la pared lateral del recipiente 106 se ilumina por medio de iluminación de campo oscuro. En una realización de este tipo, cada una de las cámaras 118 y 120 puede capturar dos imágenes: una primera imagen cuando la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 se ilumina por medio de iluminación de campo claro, y una segunda imagen cuando la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 se ilumina por medio de iluminación de campo oscuro. Estas imágenes se pueden capturar de manera estrecha en el tiempo (en milisegundos), en donde el recipiente 106 está en la región de inspección de la cúpula de inspección 108 para ambas imágenes. En una realización alternativa, se pueden usar conjuntos separados de cámaras para capturar imágenes cuando el recipiente se ilumina usando iluminación de campo claro e iluminación de campo oscuro, respectivamente (donde, opcionalmente, un conjunto de cámaras usadas con iluminación de campo claro incluye más cámaras que un conjunto de cámaras usadas con iluminación de campo oscuro). Como se ha analizado anteriormente, las imágenes de la pared lateral del primer recipiente 106 tomadas bajo iluminación de campo oscuro son muy adecuadas para su uso cuando se identifican defectos espaciales, defectos tridimensionales (por ejemplo, abolladuras, rozaduras, contaminación, etc.) y desplazamientos de color sutiles en tintas opacas en el primer recipiente 106. El sistema informático 124 se puede configurar además para identificar estos

defectos cuando el primer recipiente 106 se ilumina bajo iluminación de campo oscuro usando enfoques convencionales.

5 Haciendo referencia brevemente a la figura 3, se ilustra una vista aérea de un sistema de inspección de recipientes 300 de ejemplo. El sistema de inspección de recipientes 300 comprende seis cámaras 302-312, dispuestas alrededor del exterior de la cúpula de inspección 108, y configuradas para capturar simultáneamente imágenes del recipiente 106 cuando el recipiente se ilumina en la cúpula de inspección 108. Aunque no se muestra, se entiende que la cúpula de inspección 108 en este ejemplo incluye aberturas de entrada y salida, así como seis aberturas de cámara. Si bien los ejemplos expuestos en el presente documento se refieren al sistema de inspección que incluye dos cámaras, se ha constatado que es beneficioso que el sistema de inspección tenga seis cámaras para permitir una superposición suficiente entre las regiones del recipiente 106 capturadas en imágenes generadas por cámaras adyacentes en el sistema de inspección 300.

15 Volviendo ahora a la figura 4, se ilustran imágenes 402-404 de ejemplo capturadas, por ejemplo, por la primera cámara 118 y la segunda cámara 120 cuando el primer recipiente 106 está en la región de inspección de la cúpula de inspección 108. La primera imagen 402, capturada por la primera cámara 118, representa una porción de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106, donde las líneas 406 y 408 representan límites del primer recipiente 106 en la primera imagen 402. La primera imagen 402 representa la palabra "DISEÑO" impresa en la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106. El sistema informático 124 puede identificar una banda 410 en la primera imagen 402, donde la banda 410 incluye un reflejo de la abertura de entrada 110 visible en la primera imagen 402. De manera similar, el sistema informático 124 puede identificar las bandas 412 y 414 en la primera imagen 402, donde las bandas 412-414 incluyen reflejos de la primera abertura de cámara 114 y la segunda abertura de cámara 116, respectivamente, que son visibles en la primera imagen 402.

25 La segunda imagen 404, capturada por la segunda cámara 120, representa otra porción de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106, donde las líneas 416-418 representan límites del primer recipiente 106 en la segunda imagen 404. La primera imagen 402 incluye una primera región 420 que representa una porción de la pared lateral del primer recipiente 106, y la segunda imagen 404 incluye una segunda región 422 que representa la misma porción de la pared lateral del primer recipiente 106. Por lo tanto, las regiones 420 y 422 se mapean con una misma región física de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 (debido a que las cámaras 118 y 120 tienen campos de visión superpuestos). Sin embargo, debido a las geometrías de la primera cámara 118 y la segunda cámara 120 con respecto al primer recipiente 106, los reflejos de las aberturas descritas anteriormente (y los recipientes adyacentes) aparecen en diferentes ubicaciones en la superficie exterior del primer recipiente 106 en las imágenes 402 y 404.

35 La segunda imagen 404 incluye una porción de la palabra "DISEÑO". De manera similar a lo que se ha descrito anteriormente con respecto a la primera imagen 402, el sistema informático 124 puede identificar bandas 424-428 en la segunda imagen 404, donde las bandas 424-428 comprenden reflejos de la abertura de salida 112 y otras aberturas de cámara.

40 Con referencia ahora a la figura 5, se ilustra el reemplazo de la banda 414 en la primera imagen 402 con una banda de la segunda imagen 404. Con más especificidad, la segunda imagen 404 puede incluir una banda 502, en donde la banda 502 está sin reflejos. Además, la banda 502 corresponde a la misma región física de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 que la banda 414 de la primera imagen 402 (que representa un reflejo). El sistema informático 124 se puede programar para identificar que la banda 414 de la primera imagen 402 se puede reemplazar con la banda 502 de la segunda imagen 404 basándose en geometrías conocidas del sistema de inspección 100, y se puede programar además para reemplazar la banda 414 en la primera imagen 402 con la banda 502 en la segunda imagen. Las bandas 410 y 412 en la primera imagen se pueden reemplazar con bandas de otras imágenes que están sin reflejos, de una manera similar a lo que se ha descrito anteriormente con respecto a la banda 502 de la segunda imagen 404 que reemplaza la banda 414 en la primera imagen 402.

55 Aunque la figura 5 se expone para ilustrar el reemplazo de una banda en una imagen con una banda en otra imagen, se contemplan otros enfoques. Como se ha indicado anteriormente, el sistema informático 124 puede tener conocimiento de ubicaciones de las bandas 410-414 en la primera imagen 402. El sistema informático 124, en lugar de reemplazar las bandas 410-414, puede filtrar las bandas 410-414 de la primera imagen 402 cuando determina si hay un defecto en la pared lateral del primer recipiente 106. Más específicamente, el sistema informático 124 puede recibir la primera imagen 402 de la primera cámara 118, realizar procesamiento de imágenes en la primera imagen 118 para "aplanar" el primer recipiente 106 en la primera imagen 402 (de modo que la primera imagen aparece como se muestra en la figura 4), y a continuación alinear la primera imagen 402 con una porción correspondiente de un modelo estadístico de un recipiente no defectuoso. Cuando se compara la primera imagen 402 con el modelo estadístico, el sistema informático 124 puede filtrar las bandas 410-414 de la primera imagen 402, de modo que los píxeles en las bandas 410-414 no se consideran por el sistema informático 124 cuando se determina si la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 está defectuosa. Este proceso se puede repetir para cada imagen capturada por cámaras del sistema de inspección de recipientes 100, por lo tanto, aunque una banda que incluye una región de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 se filtra en una de las imágenes, debido a los campos de visión superpuestos de las cámaras del sistema 100, una porción de una segunda imagen que

representa una misma región de la pared lateral exterior del primer recipiente 106 se considerará por el sistema informático 124 cuando se determina si la pared lateral exterior del primer recipiente 106 está defectuosa.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, se ilustra un diagrama de bloques funcional del sistema informático 124. El sistema informático 124 incluye un procesador 602 y memoria 604. La memoria tiene imágenes 606 (generadas por las cámaras del sistema de inspección 100) cargadas en la misma. Por ejemplo, las imágenes 606 pueden comprender: 1) la imagen 402 capturada por la primera cámara 118; y 2) la imagen 404 capturada por la segunda cámara 120, en donde las imágenes son de la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 cuando se ilumina por medio de iluminación de campo claro.

Además, la memoria tiene un modelo estadístico 608 de un recipiente sin defectos (y desenvuelto) cargado en la misma. Por ejemplo, el modelo estadístico puede comprender una pluralidad de píxeles, y cada píxel puede tener una distribución asignada al mismo, donde la distribución es indicativa de valores del píxel que corresponden a un recipiente no defectuoso.

En una realización, el sistema informático 124 genera el modelo estadístico 608 basándose en imágenes de un número de recipientes no defectuosos. El sistema 100, antes de inspeccionar recipientes, procesa un número preseleccionado de recipientes no defectuosos. Con más especificidad, la primera cámara 118 y la segunda cámara 120 capturan imágenes de recipientes no defectuosos a medida que tales recipientes pasan a través de la cúpula de inspección 108 del sistema 100. El sistema informático 124 forma imágenes desenvueltas de estos recipientes como se ha descrito anteriormente, y alinea las imágenes no envueltas entre sí. Durante la alineación, el sistema informático 124 puede realizar cualquier técnica de procesamiento de imagen adecuada para crear una correspondencia píxel a píxel entre imágenes desenvueltas, donde cada píxel tiene un valor asignado a las mismas, siendo el valor indicativo de color del píxel. Usando estos valores de píxel, el sistema informático 124 puede formar el modelo estadístico 608 de un recipiente que se va a inspeccionar, donde el modelo estadístico incluye, por ejemplo, una distribución de valores para cada píxel. En otra realización, el sistema informático 124 puede recibir una medición de espectrofotómetro de plantilla de un gráfico y/o texto que está en la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106. El sistema informático 124 puede generar el modelo estadístico 608 basándose en la medición de espectrofotómetro.

La memoria 604 tiene adicionalmente una aplicación de detección de defectos 610 cargada en la misma. La aplicación de detección de defectos 610 generalmente está configurada para determinar si la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 tiene un defecto en la misma basándose en las imágenes 606 y el modelo estadístico 608. Como se ha indicado anteriormente, la aplicación de detección de defectos 610 se puede configurar para identificar defectos de color, arañazos o huecos en decoraciones (particularmente decoraciones con tinta de colores oscuros). La aplicación de detección de defectos 610 comprende un componente de reemplazo 612, que está configurado para procesar cada imagen, de tal manera que la porción de la pared lateral exterior del recipiente capturada en cada imagen se "aplana". Además, el componente de reemplazo 612 está configurado para identificar, para cada imagen en las imágenes, bandas que representan reflejos en la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 y bandas que no representan reflejos en la superficie exterior de la pared lateral del primer recipiente 106 (pero que se pueden usar para reemplazar bandas "reflectantes" de otras imágenes). Dado que las geometrías del sistema 100 son estáticas (con la posible excepción de que la distancia entre recipientes es algo variable), las ubicaciones de las bandas en las imágenes capturadas por las cámaras del sistema de inspección 100 son análogamente estáticas. En respuesta a la identificación de estas bandas, el componente de reemplazo 612 reemplaza bandas en imágenes que representan reflejos con bandas correspondientes de otras imágenes (como se ilustra en la figura 4), formando de esta manera varias imágenes "sin reflejos".

La aplicación de detección de defectos 610 comprende adicionalmente un componente de unión/alineación 614. En respuesta al componente de reemplazo 612 que genera las imágenes "sin reflejos", el componente de unión/alineación 614 está configurado para unir estas imágenes, de modo que se forma una imagen sin reflejos del primer recipiente desenvuelto 106 (que se puede denominar una imagen desenvuelta). El componente de unión/alineación 614 está configurado además para alinear la imagen desenvuelta con el modelo estadístico 608. Si bien la descripción anterior indica que el sistema informático 124 realiza un procesamiento relacionado con la retirada de reflejos antes del procesamiento relacionado con la unión, se ha de entender que el sistema informático 124 se puede configurar, como alternativa, para unir imágenes antes de reemplazar las bandas que incluyen reflejos con bandas que están sin reflejos. Además, como se ha descrito anteriormente, unir imágenes es opcional.

La aplicación de detección de defectos 610 comprende adicionalmente un componente comparador 616. El componente comparador 616 está configurado para comparar imágenes sin reflejos de una pared lateral de un recipiente (parcial o completo) con el modelo estadístico 608. El componente comparador 616 puede comparar el valor de cada píxel en la imagen sin reflejos con las estadísticas correspondientes en el modelo estadístico, y puede emitir una señal en cuanto a si el recipiente 106 es defectuoso basándose en tal comparación. Por ejemplo, si los valores de los píxeles de la imagen desenvuelta corresponden a las estadísticas en el modelo estadístico, el componente comparador 616 puede emitir una indicación de que el recipiente 106 no está defectuoso. Por el contrario, si los valores de los píxeles de la imagen desenvuelta no corresponden a las estadísticas en el modelo estadístico, el componente comparador 616 puede emitir una señal de que el recipiente 106 está defectuoso.

Las figuras 7 y 8 representan metodologías de ejemplo que pertenecen a la inspección de recipientes. Aunque las metodologías se muestran y describen como una serie de actos que se realizan en una secuencia, se ha de entender y apreciar que las metodologías no están limitadas por el orden de la secuencia. Por ejemplo, algunos actos pueden ocurrir en un orden diferente al que se describe en el presente documento. Además, un acto puede ocurrir simultáneamente con otro acto. Además, en algunos casos, no todos los actos se pueden requerir para implementar una metodología descrita en el presente documento.

Volviendo únicamente a la figura 7, se ilustra una metodología 700 de ejemplo para configurar un sistema de inspección de recipientes que ilumina recipientes por medio de iluminación de campo claro. La metodología 700 de ejemplo se inicia en 702, y en 704 se coloca una fuente de luz con respecto a una cúpula de inspección, de modo que la fuente de luz hace que una superficie exterior de una pared lateral de un recipiente que pasa a través de la cúpula de inspección se ilumine por iluminación de campo claro.

En 706, se coloca una primera cámara con respecto a la cúpula de inspección, de modo que un campo de visión de la primera cámara abarca la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando la superficie externa se ilumina mediante la iluminación de campo claro. La primera cámara está configurada para capturar una imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando el recipiente se está transportando por un transportador a través de la cúpula de inspección del sistema de inspección de recipientes.

En 708, se coloca una segunda cámara con respecto a la cúpula de inspección, de manera que un campo de visión de la segunda cámara se superpone parcialmente con el campo de visión de la primera cámara. La segunda cámara está configurada para capturar una imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando el recipiente se está transportando por un transportador a través de la cúpula de inspección del sistema de inspección de recipientes.

En 710, la primera cámara y la segunda cámara están configuradas para generar imágenes de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando la superficie exterior de la pared lateral del recipiente se ilumina mediante iluminación de campo claro.

En 712, un sistema informático está configurado para: recibir las imágenes generadas por la primera y la segunda cámaras; reemplazar una banda en la primera imagen con una banda de la segunda imagen; y generar una indicación en cuanto a si el recipiente es defectuoso o no basándose en la banda en la primera imagen que se reemplaza con la banda de la segunda imagen. La metodología 700 se completa en 714.

Haciendo referencia ahora a la figura 8, se ilustra una metodología 800 de ejemplo que facilita la operación de un sistema de inspección de recipientes con iluminación de campo claro. La metodología 800 empieza en 802, y en 804, se hace que una fuente de luz emita luz de manera que la superficie exterior de una pared lateral del recipiente se ilumine por iluminación de campo claro. Como se ha descrito anteriormente, esto se realiza mientras el recipiente se transporta a una velocidad relativamente alta a lo largo de un transportador.

En 806, una imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente se captura por una cámara mientras la superficie exterior de la pared lateral del recipiente se ilumina mediante iluminación de campo claro. En 808, una banda de la imagen que comprende reflejos se filtra de la imagen, creando de esta manera una imagen filtrada. En 810, el recipiente se etiqueta como defectuoso o no defectuoso basándose en la imagen filtrada. La metodología 800 se completa en 812.

Haciendo referencia ahora a la figura 9, se ilustra una ilustración de alto nivel de un dispositivo informático 900 de ejemplo que se puede usar de acuerdo con los sistemas y metodologías divulgados en el presente documento. Por ejemplo, el dispositivo informático 900 se puede usar en un sistema que detecta defectos de color en recipientes que se han decorado con tinta. A modo de otro ejemplo, el dispositivo informático 900 se puede usar en un sistema que detecta arañazos o huecos en decoraciones (particularmente decoraciones con tinta de colores oscuros) en recipientes. El dispositivo informático 900 incluye al menos un procesador 902 que ejecuta instrucciones que se almacenan en una memoria 904. Las instrucciones pueden ser, por ejemplo, instrucciones para implementar funcionalidad descrita como llevada a cabo por uno o más componentes analizados anteriormente o instrucciones para implementar uno o más de los métodos descritos anteriormente. El procesador 902 puede acceder a la memoria 904 por medio de un bus de sistema 906. Además de almacenar instrucciones ejecutables, la memoria 904 también puede almacenar imágenes, firmas de defectos, etc.

El dispositivo informático 900 incluye adicionalmente un almacén de datos 908 que es accesible por el procesador 902 por medio del bus de sistema 906. El almacén de datos 908 puede incluir instrucciones ejecutables, imágenes, etc. El dispositivo informático 900 también incluye una interfaz de entrada 910 que permite que dispositivos externos se comuniquen con el dispositivo informático 900. Por ejemplo, la interfaz de entrada 910 se puede usar para recibir instrucciones desde un dispositivo informático externo, desde un usuario, etc. El dispositivo informático 900 también incluye una interfaz de salida 912 que interconecta el dispositivo informático 900 con uno o más dispositivos externos. Por ejemplo, el dispositivo informático 900 puede visualizar texto, imágenes, etc. por medio de la interfaz de salida 912.

5 Se contempla que los dispositivos externos que se comunican con el dispositivo informático 900 a través de la interfaz de entrada 910 y la interfaz de salida 912 se pueden incluir en un entorno que proporciona sustancialmente cualquier tipo de interfaz de usuario con la que un usuario puede interactuar. Los ejemplos de tipos de interfaz de usuario incluyen interfaces gráficas de usuario, interfaces de usuario naturales, y así sucesivamente. Por ejemplo, una interfaz gráfica de usuario puede aceptar entrada de un usuario que emplea dispositivo o dispositivos de entrada tales como un teclado, ratón, control remoto o similares y proporcionar salida en un dispositivo de salida tal como una pantalla. Además, una interfaz de usuario natural puede habilitar que un usuario interactúe con el dispositivo informático 900 de una manera libre de restricciones impuestas por dispositivos de entrada tales como teclados, ratones, controles remotos y similares. En su lugar, una interfaz de usuario natural se puede basar en reconocimiento de voz, reconocimiento táctil y de lápiz óptico, reconocimiento de gestos tanto en pantalla como adyacente a la pantalla, gestos aéreos, seguimiento de cabeza y ojos, voz y habla, visión, tacto, gestos, inteligencia de máquina y así sucesivamente.

10  
15 Adicionalmente, aunque se ilustra como un único sistema, se ha de entender que el dispositivo informático 900 puede ser un sistema distribuido. Por lo tanto, por ejemplo, varios dispositivos pueden estar en comunicación por medio de una conexión de red y pueden realizar colectivamente tareas descritas como realizadas por el dispositivo informático 900.

20 Diversas funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en hardware, software o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en o transmitirse a través de una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento legibles por ordenador. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser cualquier medio de almacenamiento disponible al que se pueda acceder por un ordenador. A modo de ejemplo, y sin limitación, tales medios de almacenamiento legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y que se puede acceder por un ordenador. Disco magnético y disco óptico, como se usa en el presente documento, incluyen disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete y disco Blu-ray (BD), donde los discos generalmente reproducen datos magnéticamente y los discos generalmente reproducen datos ópticamente con láseres. Además, una señal propagada no está incluida dentro del alcance de los medios de almacenamiento legibles por ordenador. Los medios legibles por ordenador también incluyen medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Una conexión, por ejemplo, puede ser un medio de comunicación. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio de comunicación. Las combinaciones de lo anterior deben incluirse también dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

35  
40 Como alternativa, o, además, la funcionalidad descrita en el presente documento se puede realizar, al menos en parte, por uno o más componentes lógicos de hardware. Por ejemplo, y sin limitación, los tipos ilustrativos de componentes lógicos de hardware que se pueden usar incluyen matrices de puertas programables en campo (FPGA), circuitos integrados específicos de programa (ASIC), productos convencionales específicos de programa (ASSP), sistemas en un chip (SOC), dispositivos lógicos programables complejos (CPLD), etc.

45 El alcance de la invención está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inspección de recipientes (100) que comprende:

- 5 una cúpula de inspección (108), en donde una superficie interior de la cúpula de inspección es reflectante, y en donde además la cúpula de inspección comprende una abertura de entrada (110) y una abertura de salida (112), en donde un transportador (102) está configurado para transportar un recipiente en la cúpula de inspección a través de la abertura de entrada, y en donde además el transportador está configurado para transportar el recipiente fuera de la cúpula de inspección a través de la abertura de salida;
- 10 una fuente de luz (126) configurada para emitir luz de manera difusa en la cúpula de inspección, de modo que una superficie exterior de una pared lateral del recipiente se ilumine por iluminación de campo claro cuando el recipiente está en la cúpula de inspección;
- 15 una primera cámara configurada para generar una primera imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando la superficie exterior se ilumina mediante iluminación de campo claro;
- una segunda cámara configurada para capturar una segunda imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando la superficie exterior se ilumina mediante iluminación de campo claro; y
- un sistema informático (124) en comunicación con la cámara, en donde el sistema informático está configurado para:
- 20 identificar una primera banda de la primera imagen basándose en una posición de la primera cámara con respecto al recipiente cuando la imagen del recipiente fue generada por la primera cámara, en donde la primera banda representa un reflejo en la superficie exterior de la pared lateral del recipiente;
- reemplazar la primera banda de la primera imagen con una segunda banda de la segunda imagen, en donde la segunda imagen se genera simultáneamente con la primera imagen; y
- 25 emitir una indicación en cuanto a si el recipiente está defectuoso basándose en la primera banda de la primera imagen que se reemplaza con la segunda banda de la segunda imagen.
2. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, en donde la segunda banda de la segunda imagen se identifica basándose en una posición de la segunda cámara con respecto al recipiente cuando la segunda imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente fue generada por la segunda cámara.
3. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, en donde el sistema informático está configurado además para:
- 35 realizar una medición colorimétrica en al menos una porción de la primera imagen; y emitir la indicación en cuanto a si el recipiente está defectuoso basándose en la medición colorimétrica.
4. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, en donde el sistema informático está configurado para emitir la indicación basándose en la segunda imagen.
- 40 5. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, que comprende además: una pluralidad de cámaras que están dispuestas simétricamente alrededor de la cúpula de inspección, en donde la primera cámara y la segunda cámara están incluidas en la pluralidad de cámaras.
- 45 6. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, que comprende además una segunda fuente de luz que está configurada para emitir luz colimada, en donde la segunda fuente de luz está configurada para iluminar la superficie exterior de la pared lateral del recipiente por medio de iluminación de campo oscuro.
- 50 7. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 6, en donde el sistema informático está configurado para controlar la fuente de luz, la segunda fuente de luz y la primera cámara de modo que la primera cámara esté configurada adicionalmente para capturar una tercera imagen de la superficie exterior de la pared lateral del recipiente cuando la superficie exterior de la pared lateral del recipiente es iluminada por la segunda fuente de luz.
- 55 8. El sistema de inspección de recipientes de la reivindicación 1, en donde el sistema informático está configurado además para:
- generar una imagen desenvuelta del recipiente basándose en múltiples imágenes del recipiente, capturadas simultáneamente las múltiples imágenes del recipiente cuando el recipiente está en la cúpula de inspección;
- 60 alinear la imagen desenvuelta del recipiente con un modelo estadístico, siendo el modelo estadístico un modelo de un recipiente no defectuoso;
- comparar la imagen desenvuelta con el modelo estadístico; y
- emitir una indicación en cuanto a si el recipiente es defectuoso basándose en la comparación.

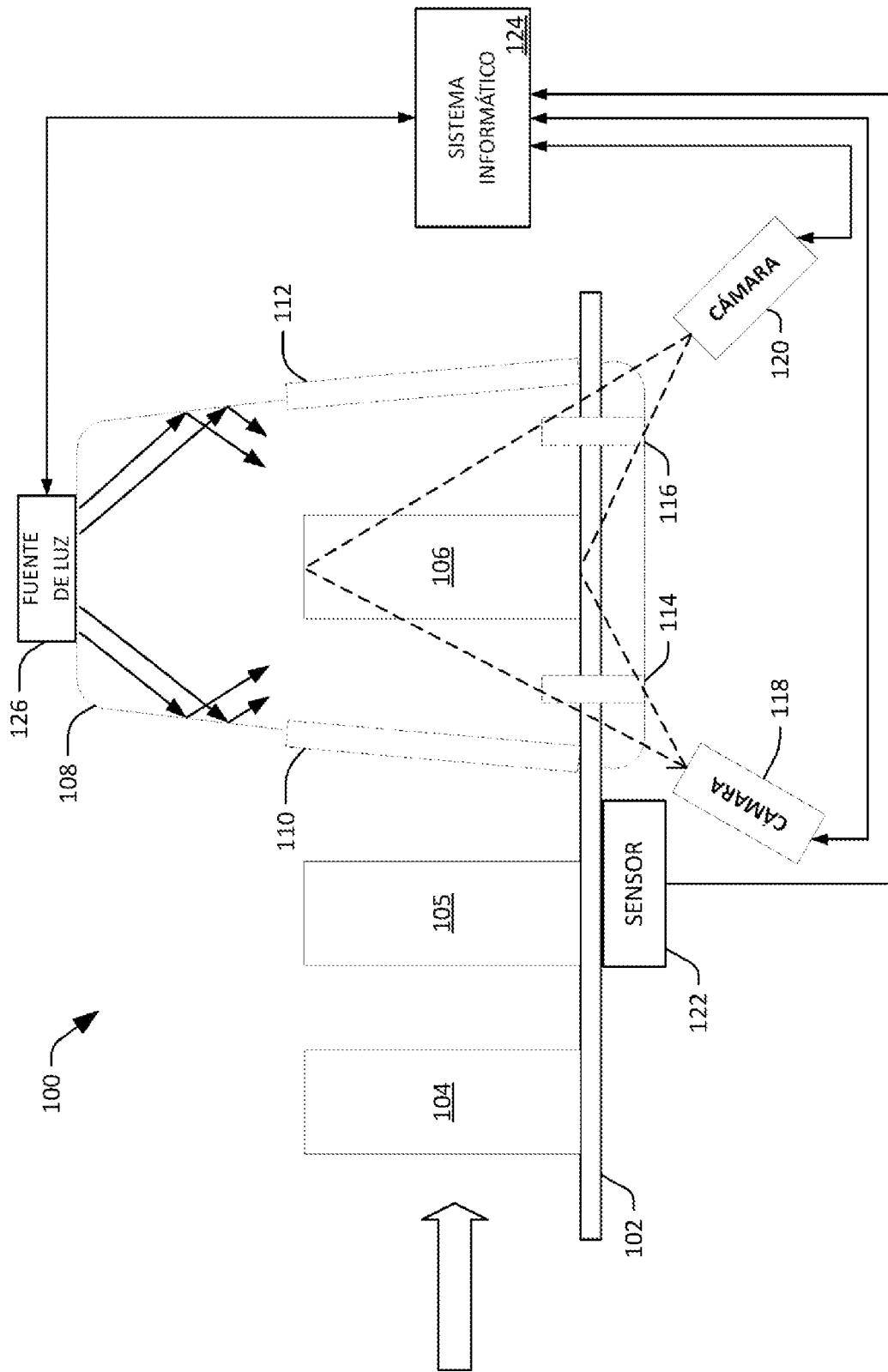


FIG. 1

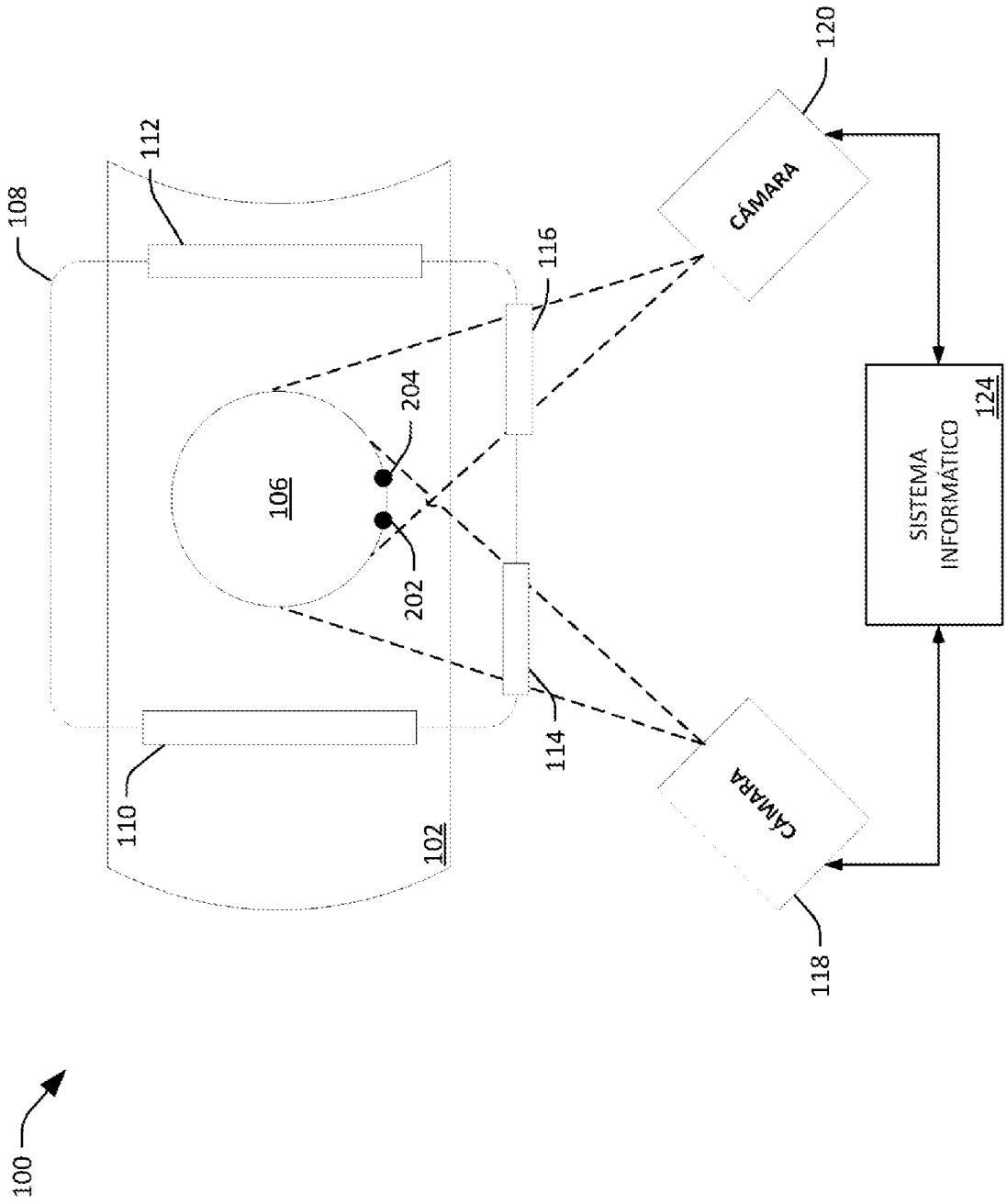


FIG. 2

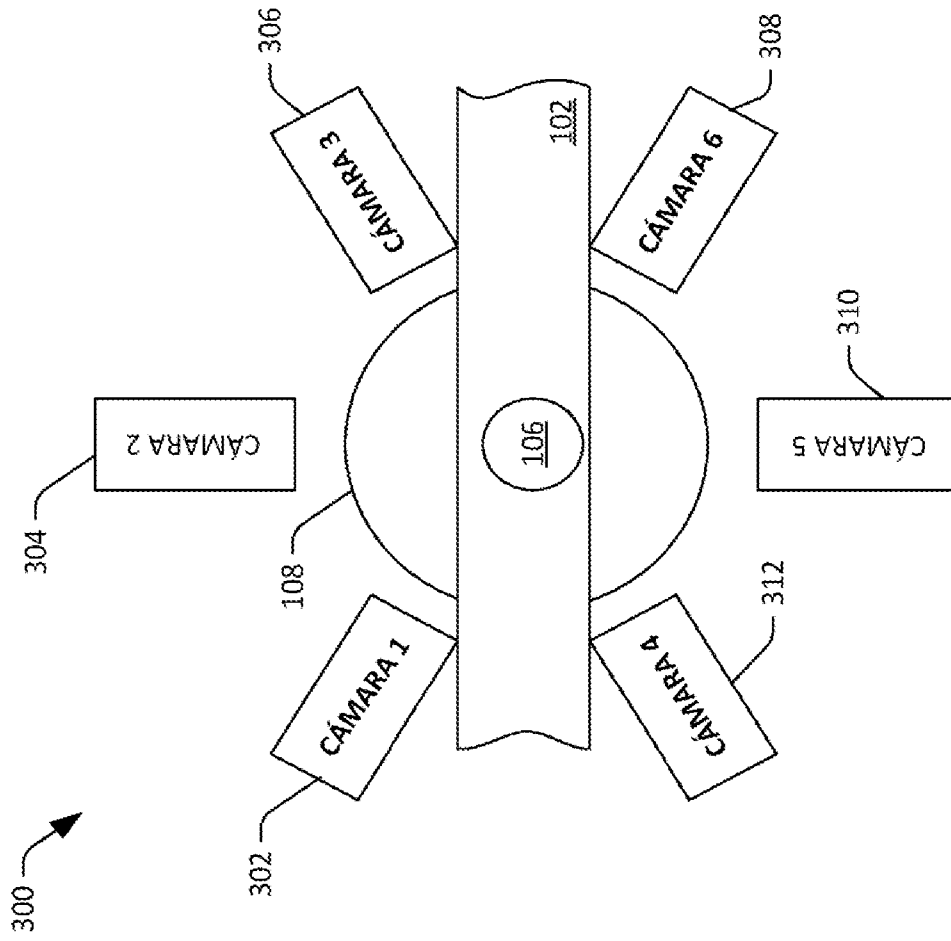
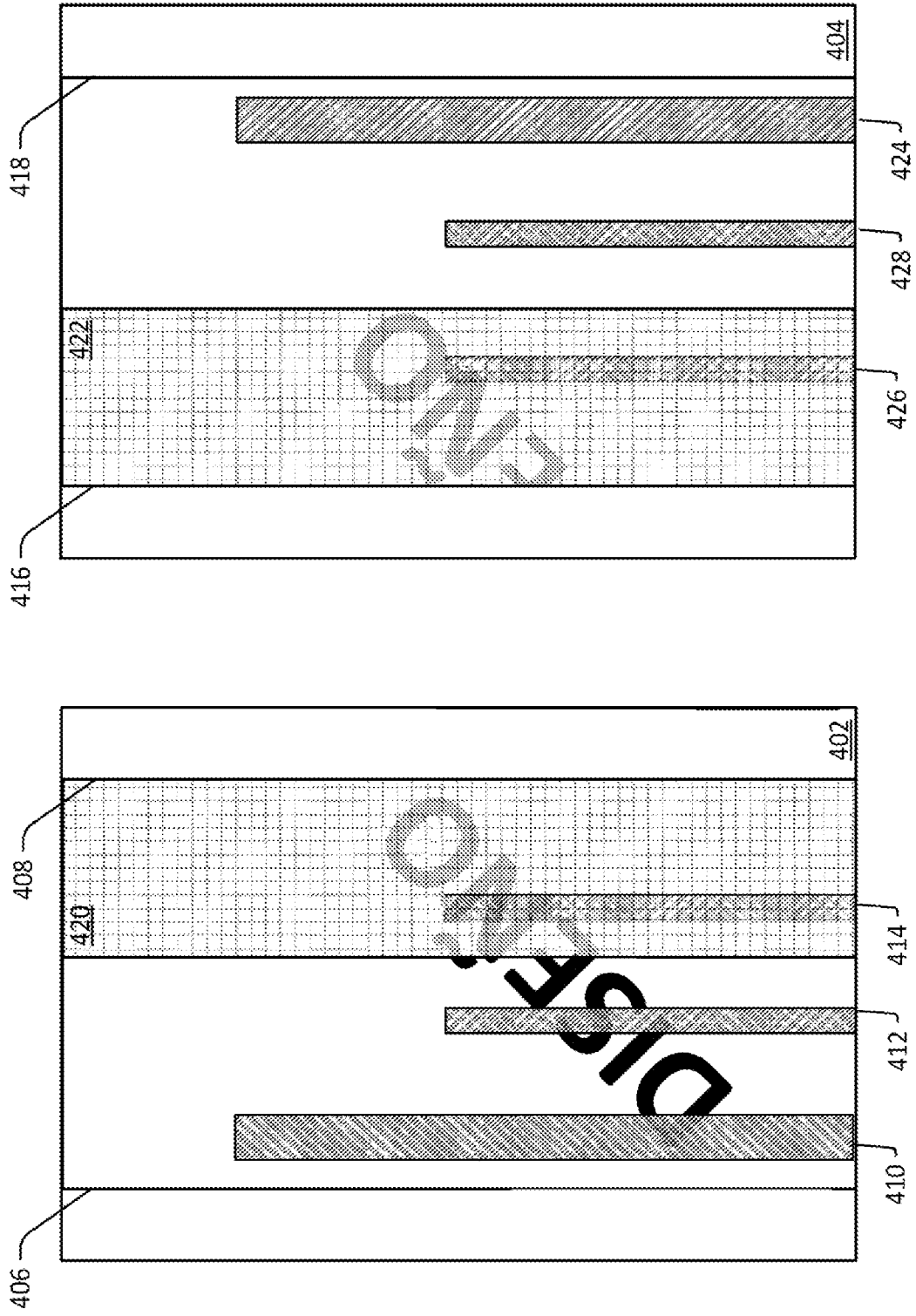


FIG. 3



**FIG. 4**

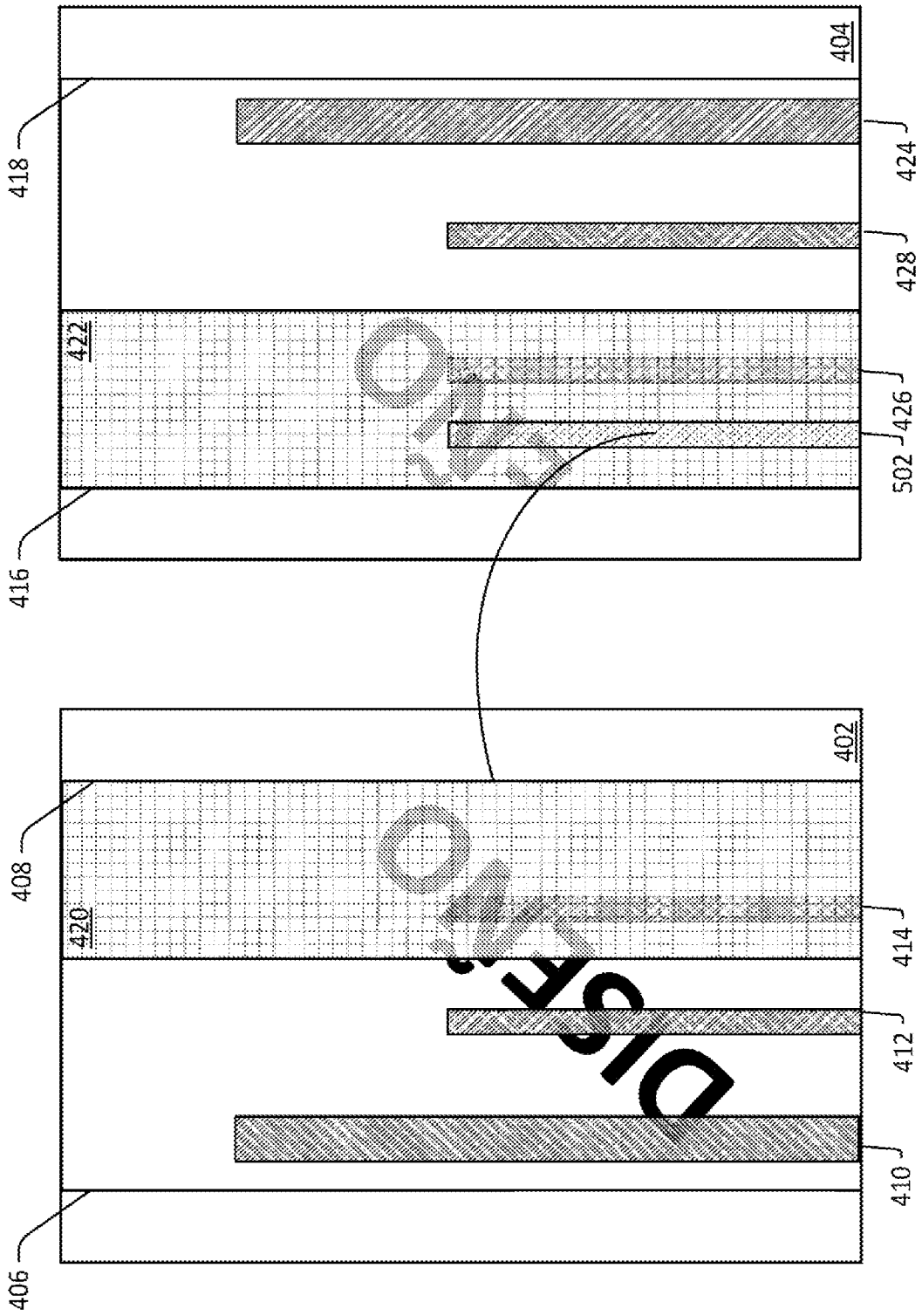
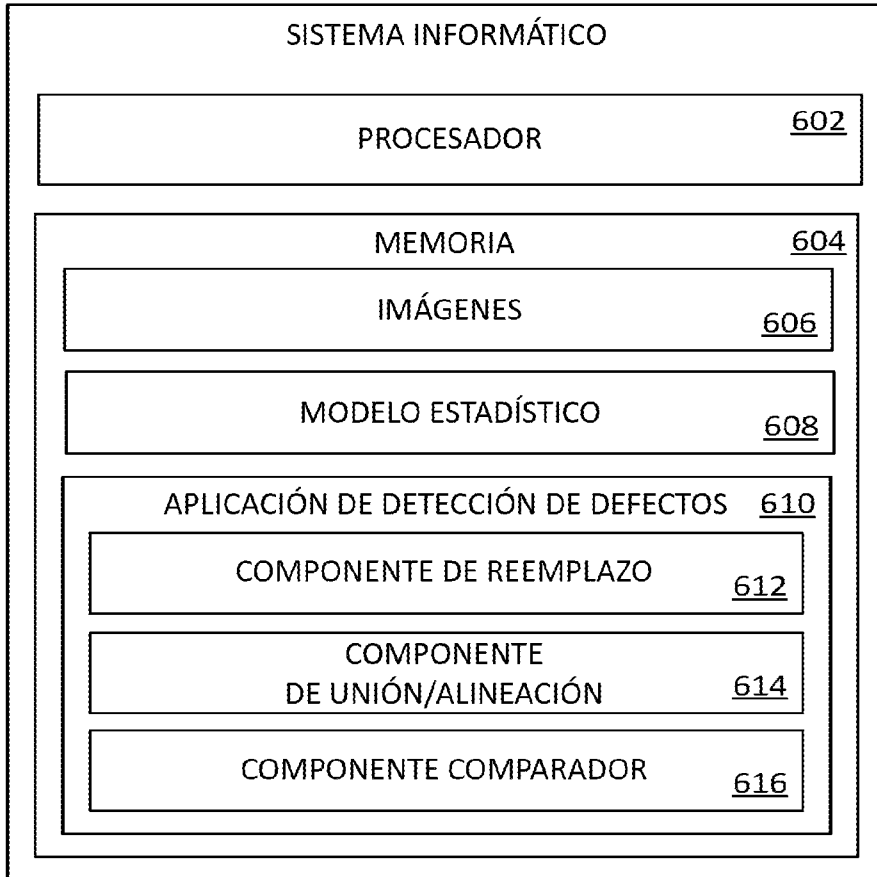
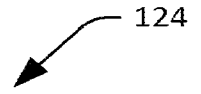
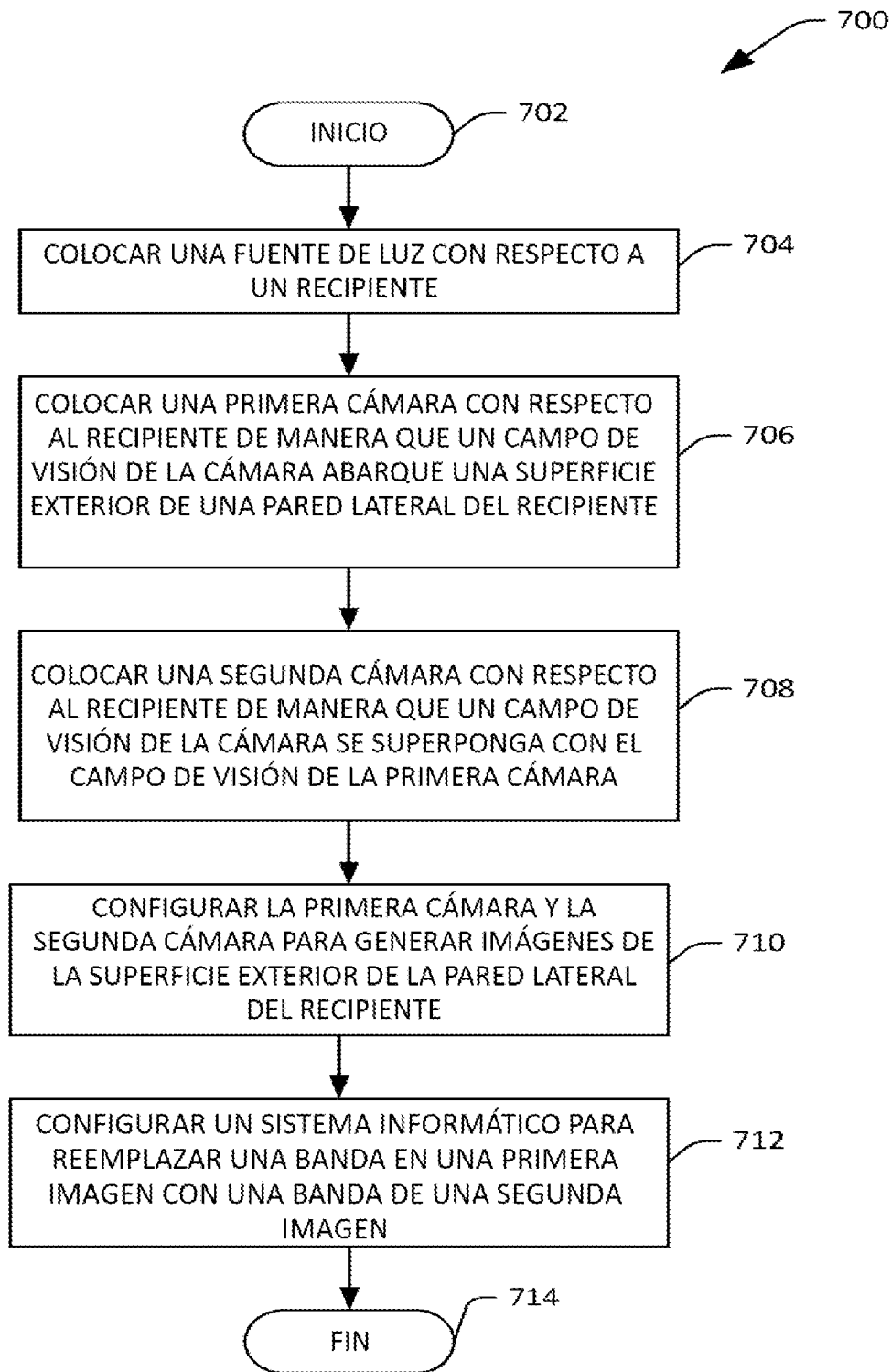


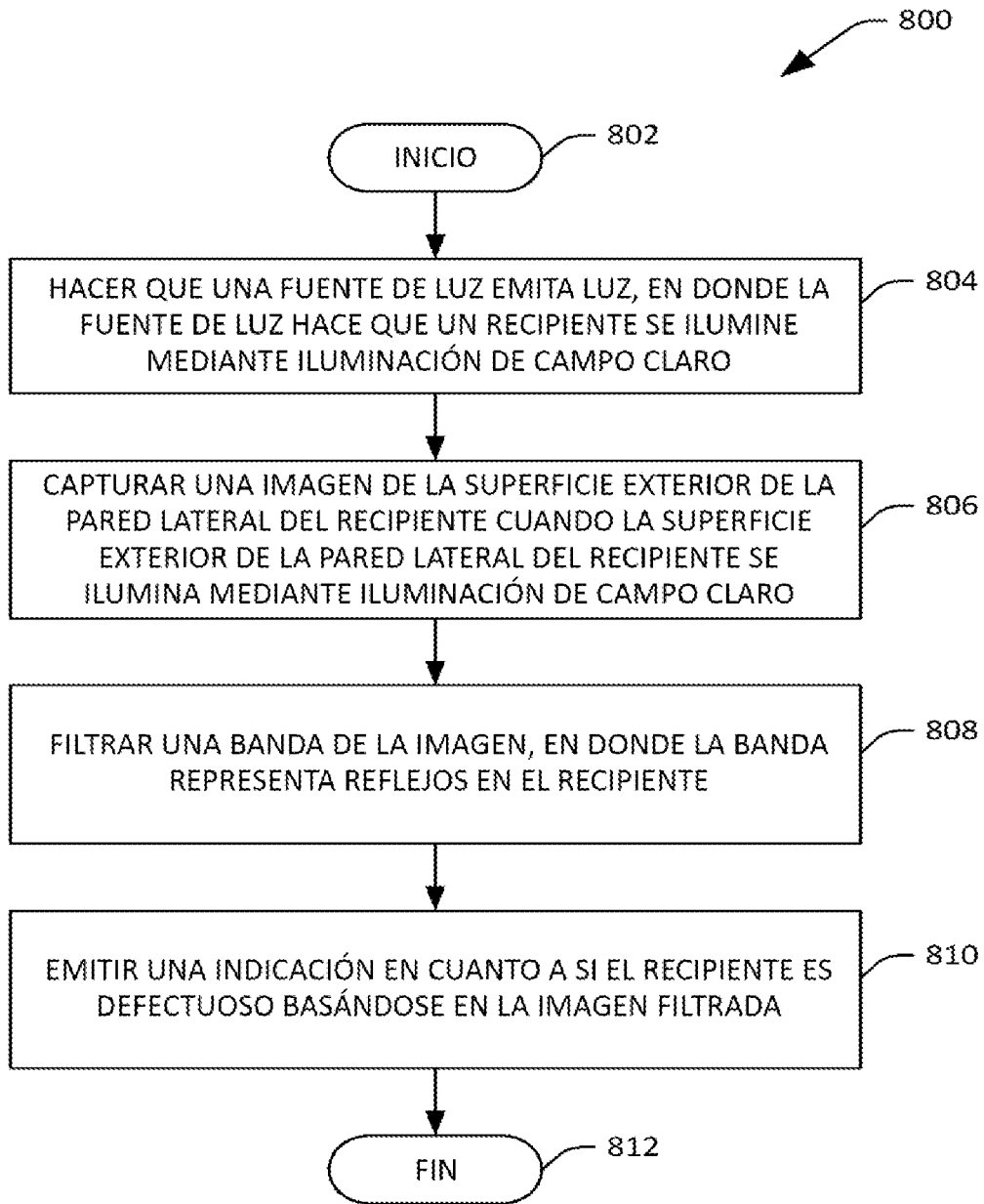
FIG. 5



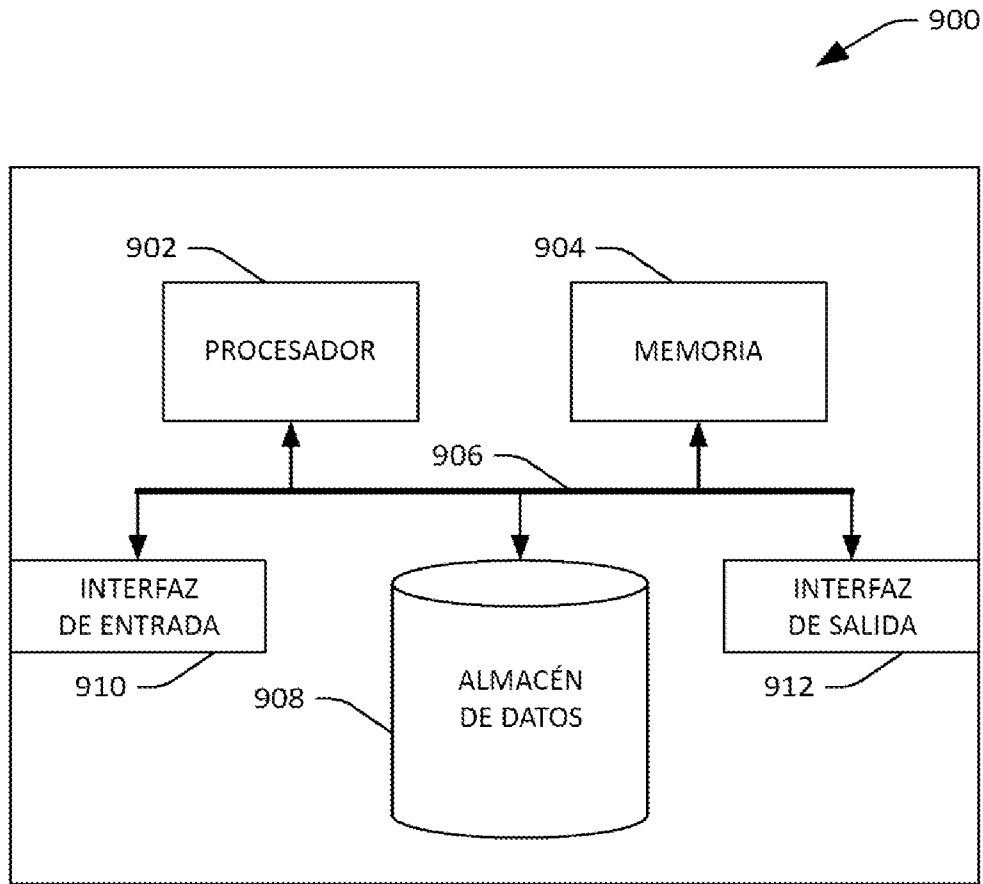
**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**