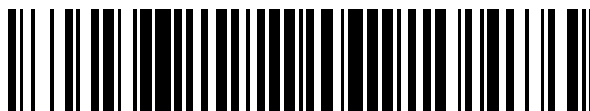


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 128**

51 Int. Cl.:

G01N 21/95 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2013 PCT/EP2013/003406**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14075792**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2013 E 13802230 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 2920581**

54 Título: **Aparato y método para inspeccionar juntas de estanqueidad de artículos**

30 Prioridad:

13.11.2012 GB 201220397

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

07.04.2020

73 Titular/es:

**FOCALSPEC OY (100.0%)
Elektroniikkatie 13
90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

**NIEMELA, KARRI y
KERANEN, HEIMO**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 753 128 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para inspeccionar juntas de estanqueidad de artículos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a aparatos para inspeccionar juntas de estanqueidad de artículos, por ejemplo juntas de estanqueidad periféricas de paquetes en los que las juntas de estanqueidad están destinadas a proporcionar un entorno estéril dentro de los paquetes. Además, la presente invención se refiere a un método para inspeccionar juntas de estanqueidad de artículos, por ejemplo a métodos para inspeccionar juntas de estanqueidad de paquetes en los que las juntas de estanqueidad están destinadas a proporcionar un entorno hermético o antiséptico dentro de los paquetes. Además, la presente invención se refiere a productos de software registrados en medios de almacenamiento de datos legibles por máquina, en los que los productos de software son ejecutables en hardware de cálculos para implementar los métodos mencionados anteriormente.

15 Antecedentes de la invención

Tal como se ilustra en la figura 1, se ha vuelto una práctica contemporánea empaquetar productos 10, por ejemplo productos alimenticios, medicinas, productos sanitarios desechables, en paquetes indicados por 20, en el que cada paquete incluye una base 30, opcionalmente con un rebaje, para recibir el producto 10, y una cubierta 40 que se sella por medio de una junta 50 de estanqueidad a la base 30 para encerrar el producto 10. Para algunas categorías de producto 10, por ejemplo productos médicos que tienen que permanecer en un entorno estéril antes de usarse, la junta 50 de estanqueidad es hermética al aire de manera beneficiosa de modo que el producto 10 se retiene en un entorno sellado herméticamente o antiséptico. Además, la junta 50 de estanqueidad se implementa convencionalmente de varias maneras diferentes, dependiendo de los requisitos, por ejemplo usando adhesivos, mediante calentamiento, mediante soldeo, etcétera. Se requiere que la junta 50 de estanqueidad sea suficientemente fuerte de manera mecánica para resistir el procedimiento del empaquetado 20. Se fabrican ejemplos contemporáneos de empaquetado, por ejemplo, por DuPont, por ejemplo en asociación con su marca de producto registrada Tyvek ® tal como se informa en un sitio web: http://www2.dupont.com/Medical_Packaging/en_US/products/index.html

Es importante que la junta 50 de estanqueidad sea fiable, por ejemplo potencialmente durante un periodo de muchos años cuando los paquetes están en almacenamiento y están a la espera de desplegarse, por ejemplo como suministros médicos de emergencia que van a desplegarse en zonas de desastre alrededor del mundo. Una deficiencia o un fallo de la junta 50 de estanqueidad en un contexto de productos médicos almacenados en un paquete 20 puede ser potencialmente fatal, porque una junta de estanqueidad rota puede dar como resultado potencialmente contaminación, por ejemplo bacterias, moho, que entra en el paquete 20. Además, en relación con productos alimenticios, alimentos almacenados en el paquete 20 pueden pudrirse o estropearse, volviéndolos peligrosos para el consumo, si su junta 50 de estanqueidad no está formada adecuadamente.

En una línea de empaquetado, a lo largo de la que se colocan productos 10 y se sellan en los paquetes 20 correspondientes, se conoce bien el empleo de aparatos de inspección que incluyen una o más cámaras enlazadas a un hardware de cálculos que ejecuta software de procesamiento de imágenes para ver los paquetes 20 después de que sus juntas 50 de estanqueidad se hayan formado, en la que el hardware de cálculos ejecuta uno o más algoritmos para procesar imágenes de las juntas 50 de estanqueidad para determinar si las juntas 50 de estanqueidad se han formado correctamente o no, por ejemplo estar desprovistas de burbujas, oclusiones, residuos, humedad y similares. Tal aparato de inspección conocido se describe en solicitudes de patente publicadas, por ejemplo:

Documento	Detalle
JP4523474B2	"Defect inspection device and PTP packaging machine", solicitante CKD
US7142707	"Automated inspection of packaging materials for package integrity", solicitante Northrop Grumman

Unos Ensayos y un procedimiento de inspección de integridad de junta de estanqueidad habituales y convencionales usados ampliamente en la industria médica se describen en el ASTM estándar «Standard Test Methods for Detecting Seal leaks in Porous Medical Packaging by Dye Penetration», designación: F1929 - 98 (reaprobado en 2004). Este procedimiento se basa en penetración de colorante: Se inyecta colorante con un dispensador en el interior del paquete y luego se inspecciona visualmente la junta de estanqueidad para comprobar si hay canales, etc. visibles en la zona de la junta de estanqueidad. Las desventajas de este método son: requiere mucho tiempo, y destruye el paquete.

Un problema con el que se encuentra cuando se emplea procesamiento de imágenes de paquetes 20 para determinar la integridad de sus juntas 50 de estanqueidad, es que la inspección automatizada por ordenador de las juntas 50 de estanqueidad requiere tiempo y requiere capacidad de cálculo considerablemente costosa para su implementación. Además, los sistemas de formación de imágenes basados en cámara con iluminación convencional y soluciones de formación de imágenes producen un contraste muy pobre para la zona de junta de estanqueidad de paquete. Las juntas de estanqueidad térmicas tienen un contraste muy pobre y es difícil construir un algoritmo de procesamiento de imágenes fiable para investigar la integridad de la junta de estanqueidad. Para un entorno de fabricación en el que se producen grandes números de los paquetes 20, con sus productos 10 encerrados, emplear la inspección automatizada por ordenador mencionada anteriormente de las juntas 50 de estanqueidad genera un límite indeseable en la tasa de producción viable de los paquetes 20, concretamente genera un “cuello de botella” en un entorno de producción de empaquetado. Emplear numerosos aparatos de inspección en paralelo para resolver un “cuello de botella” de este tipo representa una solución cara. Por tanto, se ha establecido la práctica convencional de muestrear paquetes 20 de una línea de empaquetado a intervalos y luego inspeccionar los paquetes 20 de muestra para determinar la calidad de sus juntas 50 de estanqueidad, suponiendo que los paquetes 20 de muestra son representativos de todos los paquetes 20 que se procesan a lo largo de la línea de empaquetado.

Se han propuesto aproximaciones alternativas para inspeccionar juntas 50 de estanqueidad. Por ejemplo, en una solicitud de patente estadounidense publicada n.º US2012/0206710 (“Measuring instrument and method for determination of the properties of an item and its surface”, solicitante Tutkimuskeskus VTT), se describe un dispositivo de medición tal como se indica en general mediante 100 en la figura 2. El dispositivo 100 de medición puede hacerse funcionar para determinar características de una superficie 110 de un objeto por medio de radiación óptica, en el que el dispositivo 100 de medición comprende una fuente 120 de radiación óptica que puede hacerse funcionar para iluminar la superficie 110 y un detector 130 que puede hacerse funcionar para recibir radiación que se refleja de la superficie 110. Además, el dispositivo 100 de medición incluye una unidad 140 de radiación óptica emitida que puede hacerse funcionar para dividir la radiación óptica emitida por la fuente 120 de radiación óptica en componentes de longitud de onda independientes y para dirigir las componentes de longitud de onda independientes a la superficie 110 en una dirección que es no ortogonal a un plano de la superficie 110, por ejemplo en un ángulo inclinado tal como se ilustra, de modo que las componentes de longitud de onda más cortas y más largas se focalizan en diferentes porciones y a diferentes alturas sobre la superficie 110. Además, el dispositivo 100 de medición incluye una unidad 150 de procesamiento de radiación óptica reflejada, que puede hacerse funcionar para recibir radiación óptica reflejada de la superficie 110, al menos en una dirección de reflexión especular, y proporcionar la radiación recibida al detector 130 mencionado anteriormente. El dispositivo 100 de medición incluye además hardware 160 de cálculos para analizar una señal eléctrica generada por el detector 130 en respuesta a la recepción de radiación reflejada en el mismo.

El hardware 160 de cálculos puede hacerse funcionar para determinar una medición de brillo de superficie de la superficie 110 y/o mediciones de grosor de la superficie 110, basándose en la intensidad relativa de las componentes de longitud de onda reflejadas de diversos puntos sobre la superficie 110.

Un problema con el que se encuentra en la práctica es que los dispositivos 100 de medición mencionados anteriormente, por ejemplo tal como se ilustra en la figura 2, pueden usarse para realizar mediciones de superficies 110, pero no son ideales para comprobar juntas 50 de estanqueidad de paquetes 20, por ejemplo para detectar burbujas de aire ocluidas, residuos y similares en un entorno de línea de fabricación.

El documento GB 2453535 da a conocer un método y un aparato para inspeccionar el sellado de paquetes de blíster detectando la sombra de una anomalía. El documento US 2010/296107 se refiere a determinar la superficie y el grosor usando una unidad de procesamiento de radiación óptica.

Sumario de la invención

La presente invención busca proporcionar un aparato de medición que puede inspeccionar juntas de estanqueidad más rápidamente, mientras emplea menos recursos de cálculo.

La presente invención también busca proporcionar un método para usar un aparato de medición para inspeccionar juntas de estanqueidad más rápidamente, mientras emplea menos recursos de cálculo.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato de medición tal como se reivindica en la reivindicación 1 adjunta.

La invención es ventajosa en que la pluralidad de puntos focales en la junta de estanqueidad del artículo, en la que los puntos focales se separan espacialmente entre sí, y en la que una señal de cada punto focal permite que una o más superficies de contacto de la junta de estanqueidad se inspeccionen rápidamente para determinar su estado, permite una inspección más rápida de la junta de estanqueidad que va a obtenerse.

Opcionalmente, uno o más puntos focales se generan en una dirección que se interseca con un plano de una superficie de una junta de estanqueidad cuando se inspecciona.

Opcionalmente, el aparato de medición se dispone para inspeccionar paquetes en los que productos están herméticamente sellados.

5 Opcionalmente, en el aparato de medición, la fuente de radiación emplea una dispersión cromática que se produce en uno o más componentes ópticos para generar la pluralidad de puntos focales.

Opcionalmente, en el aparato de medición, los puntos focales se generan en función de la profundidad (h) en una dirección que se interseca con el plano de la junta de estanqueidad cuando se inspecciona.

10 Opcionalmente, en el aparato de medición, el detector incluye un espectrómetro y una cámara de imágenes para generar la señal detectada.

15 Opcionalmente, en el aparato de medición, el detector incluye uno o más elementos de polarización de radiación para aumentar el contraste de señal en la señal detectada que surge de uno o más defectos presentes en la junta de estanqueidad.

20 En el aparato de medición, la disposición de procesamiento puede hacerse funcionar para detectar uno o más picos de radiación presentes en la señal detectada en función de o bien la longitud de onda de radiación (λ) y/o en función de la profundidad (h) desde la parte superior de la junta de estanqueidad medida, para determinar una magnitud del uno o más picos de radiación, y para determinar a partir de una proporción relativa de la magnitud del uno o más picos de radiación el estado de la junta de estanqueidad. Más opcionalmente, en el aparato de medición, el estado de la junta de estanqueidad determinado por la disposición de procesamiento incluye al menos uno de: burbujas presentes en una superficie de contacto de la junta de estanqueidad, residuos presentes en una superficie de contacto de la junta de estanqueidad.

25 Opcionalmente, el aparato de medición incluye una disposición para mover el artículo en relación con la pluralidad de puntos focales, para permitir que el aparato de medición genere una imagen tomográfica de una superficie de contacto entre capas que forman la junta de estanqueidad, basándose en el índice de refracción relativo de las capas frente a la radiación recibida de la fuente de radiación.

Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para usar un aparato de medición para inspeccionar una junta de estanqueidad de un artículo, según la reivindicación 6 incluida.

35 Opcionalmente, el método incluye emplear en la fuente de radiación una dispersión cromática que se produce en uno o más componentes ópticos, por ejemplo una o más lentes, para generar la pluralidad de puntos focales.

40 Opcionalmente, el método incluye generar los puntos focales en función de o bien la longitud de onda de radiación (λ) y/o en función de la profundidad (h) en una dirección que es ortogonal a un plano o intercepta el plano de la junta de estanqueidad cuando se inspecciona.

Opcionalmente, el método incluye emplear en el detector un espectrómetro y una cámara de imágenes para generar la señal detectada.

45 Opcionalmente, el método incluye emplear en el detector uno o más elementos de polarización de radiación para aumentar el contraste de señal en la señal detectada que surge de uno o más defectos presentes en la junta de estanqueidad.

50 El método incluye usar la disposición de procesamiento para detectar uno o más picos de radiación presentes en la señal detectada en función de o bien la longitud de onda de radiación (λ) y/o en función de la profundidad (h) a lo largo de la intercepción de la junta de estanqueidad, para determinar una magnitud del uno o más picos de radiación, y para determinar el estado de la junta de estanqueidad a partir de una proporción relativa de la magnitud del uno o más picos de radiación. Más opcionalmente, en el método, el estado de la junta de estanqueidad determinado por la disposición de procesamiento incluye al menos uno de: burbujas presentes en una superficie de contacto de la junta de estanqueidad, residuos presentes en una superficie de contacto de la junta de estanqueidad.

55 Opcionalmente, el método incluye disponer que el aparato de medición incluya una disposición para mover el artículo en relación con la pluralidad de puntos focales, para permitir que el aparato de medición genere una imagen tomográfica de una superficie de contacto entre capas que forman la junta de estanqueidad, en el que las capas tienen índices de refracción diferentes entre sí frente a la radiación recibida de la fuente de radiación.

60 Según un tercer aspecto de la invención, se proporciona un producto de software registrado en medios de almacenamiento de datos legibles por máquina, en el que el producto de software es ejecutable sobre hardware de cálculos para ejecutar un método de acuerdo con el segundo aspecto de la invención.

65 Se observará que las características de la invención son susceptibles de combinarse en diversas combinaciones sin

apartarse del alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Descripción de los diagramas

5 Ahora se describirán unas realizaciones de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los siguientes diagramas en los que:

la figura 1 es una ilustración esquemática de un paquete para encerrar un producto;

10 la figura 2 es una ilustración esquemática de un dispositivo de medición conocido para medir características de una superficie empleando componentes de longitud de onda de radiación diferentes entre sí;

la figura 3A y la figura 3B son ilustraciones esquemáticas del aparato de medición de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

15 las figuras 4A, 4B, 4C son representaciones esquemáticas del aparato de medición de acuerdo con las realizaciones de la presente invención;

20 las figuras 5A, 5B, 5C son señales de radiación reflejadas a modo de ejemplo generadas por el aparato de medición de la figura 3A, la figura 3B, la figura 3C, respectivamente;

la figura 6 es una ilustración de una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

25 la figura 7 es una ilustración de componentes de longitud de onda reflejadas de diversas capas que se producen dentro de una línea de unión de un paquete;

las figuras 8A, 8B, 8C, 8D son configuraciones ópticas alternativas que se emplean opcionalmente cuando se implementa el aparato de medición de la figura 6;

30 la figura 9 es una ilustración de señales de radiación reflejadas recibidas de una junta de estanqueidad cuando se examina usando un aparato de medición de acuerdo con la presente invención; y

la figura 10 es una ilustración de una imagen tomográfica tridimensional (3-D) de una junta de estanqueidad como se mide usando un aparato de medición de acuerdo con la presente invención.

35 En los diagramas adjuntos, se emplea un número subrayado para representar un artículo sobre el que se posiciona el número subrayado o un artículo al que es adyacente el número subrayado. Un número sin subrayar se refiere a un artículo identificado por una línea que enlaza el número sin subrayar al artículo. Cuando un número se encuentra sin subrayar y está acompañado por una flecha asociada, el número sin subrayar se usa para identificar un artículo general al que la flecha está apuntando.

Descripción de unas realizaciones de la invención

45 En resumen, la presente invención se refiere a aparatos para inspeccionar juntas de estanqueidad de artículos, por ejemplo en los bordes periféricos de paquetes para proporcionar un entorno estéril dentro de los paquetes. El aparato puede hacerse funcionar para utilizar un fenómeno en el que la dispersión cromática es una característica de un componente óptico, o una configuración de componentes ópticos, para focalizar radiación de diferentes colores, concretamente diferentes longitudes de onda de radiación, a puntos de convergencia diferentes, concretamente para puntos focales espacialmente diferentes. La dispersión cromática surge porque el componente

50 óptico, o la configuración de componentes ópticos, está fabricado a partir de un material óptico cuyo índice de refracción disminuye a medida que la longitud de onda de luz transmitida a través del mismo disminuye. Por ejemplo, con referencia a la figura 4A, se muestra un aparato 200 de medición que incluye una disposición de lente designada por 210, en la que una distancia d desde la disposición 210 de lente hasta una superficie 220 de una junta 50 de estanqueidad que va a examinarse define qué componente de color está enfocado en la superficie 220

55 de la junta 50 de estanqueidad. Una característica de este tipo puede usarse para realizar la inspección de alta velocidad de juntas de estanqueidad tal como se describirá en detalle más adelante. En la figura 4A, la disposición 210 de lente configurada en combinación con una fuente 220 de luz se pueden hacerse funcionar como fuente de luz policromática designada colectivamente por 230. El aparato 200 de medición incluye además una cámara 240 de línea de blanco y negro con componentes ópticos asociados para medir una intensidad de componentes de radiación reflejada en función de la longitud de onda de la radiación recibida en la cámara 240. La cámara 240 y la

60 fuente 230 de luz policromática se disponen para subtender un ángulo no ortogonal θ relativo a un eje 250 ortogonal a un plano de la superficie 220 de la junta 50 de estanqueidad.

65 La superficie 220 se representa en la figura 4A como una capa 280 de material plástico formada en una capa 290 de base. Ocasionalmente, puede surgir un defecto 300 en una superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico y la capa 290 de base; sobre la capa 280 de material plástico existe una región de aire. El aparato 200 de

medición puede hacerse funcionar para medir sustancialmente a lo largo del eje 250 ortogonal en el que interseca con las capas 280, 290. La radiación proporcionada de la fuente 230 de luz se refleja en una superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico y el aire, así como de la superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico y la capa 290 de base, para recibirse en la cámara 240 de línea de blanco y negro para proporcionar una señal explorada tal como se ilustra en la figura 5A. En la figura 5A, un eje 310 de abscisas designa una profundidad (h) en la junta 50 de estanqueidad que también está en función de longitud de onda de radiación, y un eje 320 de ordenadas designa la intensidad de la radiación reflejada; el aparato 200 de medición da como resultado dos picos 330A, 330B que se miden cuando el defecto 300 está alejado del eje 250 ortogonal tal como se ilustra en la figura 4A. Sin embargo, tal como se ilustra en la figura 4B, cuando la junta 50 de estanqueidad se mueve lateralmente en relación con el eje 250 ortogonal, de tal manera que el defecto 300 descansa sustancialmente a lo largo del eje 250 ortogonal, ahí surgen tres superficies de contacto en las que puede producirse reflexión de radiación, concretamente:

- (i) en la superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico un aire sobre la misma;
- (ii) en una superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico y aire incluido dentro del defecto 300; y
- (iii) en una superficie de contacto entre el aire incluido en el defecto 300 y la capa 290 de base.

La radiación reflejada de la junta 50 de estanqueidad en la figura 4B se refleja a la cámara 240 de línea de blanco y negro para proporcionar una señal explorada tal como se ilustra en la figura 5B. En la figura 5B, un eje 350 de abscisas designa una profundidad (h) en la junta 50 de estanqueidad que está en función de longitud de onda de radiación, y un eje 360 de ordenadas designa intensidad de radiación reflejada; el aparato 200 de medición da como resultado tres picos 370A, 370B, 370C que se miden cuando el defecto 300 es coincidente de manera espacial con el eje 250 ortogonal tal como se ilustra en la figura 4B.

Opcionalmente, tal como se ilustra en la figura 4C, un componente 400 polarizador, o una combinación de componentes polarizadores, se incluye entre la junta 50 de estanqueidad y la cámara 240 de línea de blanco y negro para eliminar el pico 370A que surge de la superficie de contacto entre la capa 280 de material plástico y el aire sobre la misma, proporcionando de ese modo el aparato 200 de medición con una medición de contraste mejorado del defecto 300 cuando es sustancialmente coincidente de manera espacial con el eje 250 ortogonal, en el que la medición de contraste mejorado se ilustra en la figura 5C. En la figura 5C, un eje 450 de abscisas designa una profundidad (h) en la junta 50 de estanqueidad que está en función de longitud de onda de radiación, y un eje 460 de ordenadas designa la intensidad de radiación reflejada; el aparato 200 de medición da como resultado tres picos 470A, 470B, 470C que se miden cuando el defecto 300 es coincidente de manera espacial con el eje 250 ortogonal tal como se ilustra en la figura 4C. En comparación con la figura 5B, el pico 470A es mucho más pequeño en amplitud que el pico 370A, permitiendo por tanto que los picos 470B, 470C se midan de manera más precisa y fiable.

Unas implementaciones del aparato 200 de medición tal como se ilustra en la figura 4A a la figura 4C pueden usarse para medir el grosor de capas transmisoras de radiación óptica, así como medir una existencia de defectos, por ejemplo impurezas y/o burbujas de aire. Además, el aparato 200 de medición también puede usarse para medir una anchura de la junta 50 de estanqueidad en un plano de la superficie 220. Tales mediciones pueden emplearse para determinar una calidad de la junta 50 de estanqueidad. Por causa del aparato 200 de medición que mide picos en señales proporcionadas de la cámara 240 de línea de blanco y negro, por ejemplo usando hardware de cálculos acoplado a la cámara 240, se evita de este modo una necesidad de realizar un procesamiento de imágenes tal como surge en aparatos de medición conocidos, permitiendo de este modo conseguir una tasa de inspección de junta de estanqueidad mayor. La radiación reflejada recibida en la cámara 240, y señales correspondientes generadas de la misma para análisis en el hardware de cálculos, son diferentes para una línea 50 de unión perfecta en comparación con la línea 50 de unión que incluye defectos tales como burbujas y residuos.

Por tanto, en resumen, el aparato 200 de medición puede hacerse funcionar para emplear técnicas ópticas dispersadas cromáticamente, en el que puntos focales de componentes de longitud de onda obtenidas de la fuente 230 de luz policrómica se disponen para producirse a diferentes profundidades (h) dentro de la línea 50 de unión, y la cámara 240 de línea de blanco y negro puede hacerse funcionar para formar imágenes de los puntos focales en función de la longitud de onda y a partir de las mismas identificar las profundidades diferentes en la junta 50 de estanqueidad aplicando un procesamiento de datos apropiado, por ejemplo basándose en una tabla de consulta y/o un algoritmo basado en normas.

Ahora se describirá una realización a modo de ejemplo del aparato 200 de medición con referencia a la figura 6. En la figura 6, el aparato 200 de medición incluye una montura 500 sobre la que se monta una fuente de luz policrómica implementada usando un diodo 510 emisor de luz blanca (LED) que tiene un tamaño espacial pequeño, y una disposición 520 de lente para recibir luz del LED 510. La disposición 520 de lente puede hacerse funcionar para provocar que la dispersión dependiente de la longitud de onda de luz emitida del LED 510 en una dirección desplazada respecto al eje de un eje principal de la disposición 520 de lente. Además, el aparato de medición 500 incluye un sensor de discriminación de longitud de onda que incluye un espectrógrafo 530 y una cámara 540. La

fuentes de luz policrómica y el sensor de discriminación de longitud de onda están dispuestos para subtender un ángulo θ relativo a un plano de una línea 50 de unión que va a inspeccionarse usando el aparato 200 de medición.

5 El funcionamiento del aparato 200 de medición de la figura 6 se describirá a continuación con referencia a la figura 7. En la figura 7, se muestra una vista en sección transversal de la junta 50 de estanqueidad, en el que una región de aire se designa por 600, una capa de base de material plástico se designa por 610, y una capa de cubierta se denota por 620, en el que la junta 50 de estanqueidad se forma en una superficie de contacto entre las capas 610, 620; opcionalmente, la capa 610 de base se fabrica de papel o Tyvek y en consecuencia es ópticamente opaca. Diversos defectos, como burbujas 630 de aire, se producen en una superficie de contacto entre la capa 610 de material plástico y la capa 620 de base que puede provocar potencialmente una degradación en una calidad de la junta 50 de estanqueidad. Unas componentes de diferente longitud de onda generadas por la fuente de luz policromática se designan por 650A, 650B, 650C y se llevan a los correspondientes puntos focales sobre las superficies de contacto tal como se muestra en la figura 7. En una línea 50 de unión perfecta, las componentes 650B, 650C serán idénticas, pero difieren entre sí a medida que los defectos 630 se vuelven más significativos. Las componentes de longitud de onda que se focalizan de manera espacial en las superficies de contacto y se reciben en el sensor de discriminación de longitud de onda dan lugar a distintos picos de medición tal como se ha mencionado anteriormente, que se desplazan en frecuencia tal como se ilustra en la figura 5A, la figura 5B, la figura 5C a medida que varía el grosor de la capa 610 y los defectos 630 están presentes en la superficie de contacto entre las capas 610, 620. La amplitud de los picos de medición en función del movimiento de objetos medidos proporciona una indicación del tamaño y la frecuencia de existencia espacial de los defectos 630. Por tanto, en el caso de un problema entre las capas 610, 620, la intensidad de los picos de medición se emplea de manera beneficiosa para identificar un problema.

25 Aunque se proporciona un ejemplo del aparato 200 de medición en la figura 6, disposiciones ópticas alternativas para implementar el aparato 200 de medición son viables, por ejemplo tal como se ilustra en la figura 8A a la figura 8D. En la figura 8A, se emplea la dispersión cromática dependiente de la longitud de onda de un eje único en el aparato 200 de medición para formar focos diferentes para radiación de longitud de onda diferente en función de la profundidad en las capas 610, 620; opcionalmente, una fuente 660 óptica y un receptor 666 óptico del aparato 200 de medición emplea uno o más componentes 664 ópticos que son comunes mutuamente a los mimos, y un separador 662 de haces para separar radiación de examen para iluminar la junta 50 de estanqueidad y radiación reflejada de la junta 50 de estanqueidad. En la figura 8B y la figura 8C, el aparato 200 de medición emplea dos disposiciones 670, 672 de lentes para su fuente 660 óptica y receptor 666 óptico respectivamente, en el que las dos disposiciones 670, 672 de lentes muestran aberración cromática para formar y formar imágenes de focos diferentes para radiaciones de longitud de onda diferentes; en la figura 8C, profundidades focales surgen en posiciones laterales diferentes. Tal como se ha mencionado anteriormente, el aparato 200 de medición puede hacerse funcionar para generar una pluralidad de focos diferentes entre sí en función de la longitud de onda de radiación, y el aparato 200 puede hacerse funcionar para detectar radiación reflejada en superficies de contacto entre capas que muestran índices de refracción diferentes entre sí, de tal manera que el aparato 200 de medición puede hacerse funcionar para determinar posiciones espaciales de las superficies de contacto analizando una longitud de onda de radiación que se refleja de las capas; en un caso que los focos no se forman a una profundidad esperada, o muestran cambio espacial rápido a medida que la junta 50 de estanqueidad se mueve pasando el aparato 200 de medición, una indicación de oclusión de burbujas de aire o residuos presentes en la junta 50 de estanqueidad pueden determinarse procesando señales detectadas generadas por el receptor 666 óptico en el hardware 160 de cálculos, y por tanto una medida de calidad de la junta 50 de estanqueidad. En la figura 8D, uno o más elementos 674 de polarización se emplean en uno o más de las disposiciones 670, 672 de lentes; tales elementos de polarización pueden implementarse como microrrejillas microfabricadas o materiales plásticos de polarización.

50 En un caso en que los paquetes 20 están fabricados de capa (610) de base de plásticos ópticamente transparentes y materiales (620) de capa de cubierta que tienen esencialmente el mismo índice de refracción, por ejemplo 1,5, que es sustancialmente diferente al del aire, concretamente 1,0 que puede estar potencialmente dentro de la junta 630 de estanqueidad así como en el exterior de la junta 600 de estanqueidad, una reflexión prominente se produce en superficies de contacto entre las capas 610, 630 y también entre las capas 610,600 debido a la diferencia sustancial de los índices de refracción. Sin embargo, cuando la capa (610) de base y la capa (620) de cobertura se unen entre sí de manera conjunta para formar una junta de estanqueidad estanca de manera hermética o antiséptica, la reflexión de radiación en superficies de contacto presentes en la junta de estanqueidad será menos reflectiva. Para fines de referencia, el coeficiente de reflexión de Fresnel se define mediante la ecuación 1 (ec. 1):

$$R = \frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \quad \text{ec. 1}$$

60 en la que

R = coeficiente de Fresnel;

n_1 = índice de refracción de un primer medio ópticamente transmisor; y

n_2 = índice de refracción de un segundo medio ópticamente transmisor.

5 La ecuación 1 (ec. 1) define que un límite óptico refleja más luz si el índice de refracción relativo, es decir la diferencia de índice de refracción de las capas que forman el límite óptico es tan bueno como sea posible.

10 Por ejemplo, con referencia a continuación a la figura 9, se muestran en primer lugar señales a modo de ejemplo generadas por el aparato 200 de medición cuando se examina la junta 50 de estanqueidad, segunda y tercera posiciones de medición lateral, concretamente 700, 710, 720 respectivamente. En la primera posición 700 de medición lateral, la junta 50 de estanqueidad se forma correctamente, concretamente las capas 610, 620 se unen entre sí de manera conjunta. En la segunda posición 710 de medición lateral, está presente una burbuja 730 grande, provocando una separación localizada espacial de las capas 610, 620. En la tercera posición 720 lateral, está presente una burbuja 740 pequeña, provocando una separación localizada pequeña de las capas 610, 620. El primer, segundo y tercer picos 800, 810, 820 de medición detectados por el aparato 200 de medición también se muestran en la figura 9 para las posiciones 700, 710, 720 de medición lateral.

20 Para la primera posición 700 de medición lateral, el primer pico 800 corresponde a una reflexión que se produce sobre la superficie de contacto entre la primera capa 610 y el aire a una primera distancia h_1 desde la parte superior de la capa 610. Para la segunda posición 710 de medición lateral, el segundo pico 810 corresponde a una reflexión que se produce sobre la superficie de contacto entre la primera capa 610 y la burbuja 730 grande a una segunda distancia h_2 desde la parte superior de la capa 610; además, el tercer pico 820 corresponde a una reflexión en una superficie de contacto entre la burbuja 730 grande y la capa 620 inferior a una tercera distancia h_3 desde la parte superior de la capa 610. Para la tercera posición 720 lateral, el tercer pico 820 está ausente por causa de una poca profundidad de la burbuja 740 pequeña, pero la reflexión de una superficie de contacto de capa 610 superior y la burbuja 740 pequeña se produce sustancialmente a la segunda distancia h_2 , y además la superficie de contacto de la capa 620 inferior y la burbuja pequeña por ejemplo provocando un ensanchamiento ligero de la longitud de onda del pico 810; dicho de otro modo, la burbuja 740 de poca profundidad provoca que el tercer pico 820 se mueva a una posición para ser coincidente con el segundo pico 810. El aparato 200 de medición puede hacerse funcionar, para cada posición 700 de medición lateral, 710, 720, para determinar uno o más de los picos 800, 810, 820, en el que el aparato 200 de medición determina las posiciones de los picos 800, 810, 820 y su amplitud de medición. De las posiciones de los picos 800, 810, 820 y sus amplitudes, el hardware de cálculos del aparato 200 de medición que ejecuta uno o más productos de software puede identificar rápidamente existencias de defectos en la junta 50 de estanqueidad, sin tener que realizar procesamiento de imágenes complejas; de manera beneficiosa, una proporción de amplitud relativa de los picos 800, 810, 820, y/o sus valores absolutos, se comparan con uno o más umbrales de referencia se emplea para determinar si la línea 50 de unión es aceptable o no. Como una alternativa a emplear hardware de cálculos, puede usarse hardware digital dedicado, por ejemplo implementado usando circuitos integrados específicos de aplicación (ASICs) para procesar información correspondiente a los picos 800, 810, 820. Una exploración continua en tiempo real rápida de la línea 50 de unión es viable para conseguir usar el aparato 200 de medición.

40 De manera beneficiosa, el aparato 200 de medición se monta en una línea de empaquetado, por ejemplo para comprobar la junta 50 de estanqueidad a media que los paquetes 20 se mueven continuamente a lo largo de una cinta transportadora. En una implementación de este tipo, el aparato 200 de medición determina opcionalmente una amplitud I_1 del primer pico 800 y compara las amplitudes I_2, I_3 del segundo y tercer picos 810, 820 respectivamente, concretamente según la ecuación 2 (ec. 2):

$$A(x) = \frac{(I_2 + I_3)}{(I_1)} \quad \text{ec. 2}$$

50 en la que

x = posición lateral a lo largo la junta 50 de estanqueidad.

El aparato 200 de medición calcula de manera beneficiosa un valor medio para A en la ecuación 2 (ec. 2) de acuerdo con la ecuación 3 (ec. 3) para una pluralidad de posiciones x :

$$B_{\text{prom}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \quad \text{ec. 3}$$

en la que

60 B_{prom} = proporción promedia de intensidades para una pluralidad de i posiciones laterales.

El aparato 200 de medición determina de manera beneficiosa una diferencia entre $A(x)$ medida y B_{prom} ; en el caso de que la diferencia excede un valor umbral definido, el aparato 200 de medición indica un estado de deficiencia con respecto a la junta 50 de estanqueidad. Tal como se ha mencionado anteriormente, el aparato 200 de medición se emplea para medir alrededor de toda la junta 50 de estanqueidad; alternativamente, el aparato 200 de medición inspecciona sólo una subporción de la junta 50 de estanqueidad para ahorrar tiempo de medición, por ejemplo cuando se emplea en instalaciones de empaquetado de productividad alta. Tal como se ha mencionado anteriormente, el aparato 200 de medición se dota opcionalmente de un polarizador antes su detector de luz para mejorar el contraste en los picos 800, 810, 820 de medición, de esa manera proporcionando más medición representativa en cuanto a la calidad de la junta 50 de estanqueidad.

El aparato 200 de medición puede capturar una imagen tomográfica tridimensional (3-D) de la junta 50 de estanqueidad por causa de las longitudes de onda $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ que son representativas de las profundidades de las capas 610, 620 y sus superficies en función de la posición lateral X que puede medirse dentro de un marco cartesiano (x, y, z) de referencia. Se proporciona un ejemplo de una imagen tomográfica de este tipo en la figura 10.

De manera beneficiosa, cuando se genera una imagen tomográfica de este tipo tal como se ilustra en la figura 10, una matriz de, por ejemplo, 1000 x 1000 píxeles, se emplea, en la que cada píxel corresponde a una localización de medición para el aparato 200 de medición. Pueden emplearse otros tamaños de matriz, por ejemplo 500 x 1000 píxeles. En la figura 10, burbujas de aire y/o residuos formados o atrapados entre las capas 610, 620 se representan mediante picos, por ejemplo un pico 900.

La presente invención se basa en un concepto de emplear una fuente de luz de banda ancha, por ejemplo una fuente puntual, una serie de fuentes puntuales, o una fuente lineal, que muestra un espectro de longitud de onda $s(\lambda)$ y una disposición de lente para focalizar diferentes componentes de longitud de onda de la fuente de luz de banda ancha a profundidades (h) diferentes dentro de la junta 50 de estanqueidad. Por ejemplo, en la figura 8A, la fuente 660 óptica se implementa de manera conveniente como diodo de emisión de luz de color blanco (LED), el separador 662 de haces se implementa usando espejos y/o componentes prismáticos y/o un circulador óptico. Además, el uno o más componentes 664 ópticos se implementan usando una o más lentes que pueden hacerse funcionar para mostrar aberración de color axial. El receptor 666 óptico se implementa de manera conveniente como un fotodiodo, un sensor de línea, un sensor de matriz, un espectrógrafo o un formador de imágenes hiperespectral.

El contenido espectral recibido en el receptor óptico en la figura 8A se expresa en la forma simplificada como ecuación 4 (ec. 4):

$$S_{\text{detector}}(\lambda) = S(\lambda_1)R(\lambda_1)g(\lambda - \lambda_1) + S(\lambda_2)R(\lambda_2)g(\lambda - \lambda_2) \quad \text{ec. 4}$$

en la que

$g(\lambda)$ es el factor de forma de pico, por ejemplo una función gaussiana o un pico de delta.

Por tanto, el aparato 200 implementado como se muestra en la figura 8A genera en funcionamiento un primer pico de señal como resultado de la ecuación 5 (ec. 5):

$$P_1(\lambda) = S(\lambda_1)R(\lambda_1)\delta(\lambda - \lambda_1) \quad \text{ec. 5}$$

y un segundo pico como resultado de la ecuación 6 (ec. 6):

$$P_2(\lambda) = S(\lambda_2)R(\lambda_2)g(\lambda - \lambda_2) \quad \text{ec. 6}$$

En el aparato 200 de la figura 8A, la señal detectada S_{detector} generada por el receptor 666 óptico incluye información espectral de la radiación reflejada de la junta 50 de estanqueidad, concretamente la longitud de onda y la intensidad asociada, que luego se procesa de manera cuantitativa y el estado de la junta 50 de estanqueidad calculada de las mismas analizando puntos espectrales resueltos (P_1, P_2, \dots, P_N), en los que un parámetro N es un número de picos resueltos. Opcionalmente, el aparato 200 puede hacerse funcionar además para analizar además el estado de la junta 50 de estanqueidad determinando las posiciones de pico relativas, el número de picos, las intensidades de pico relativas, y también la anchura de longitud de onda de los picos. Tal análisis detallado realizado en el hardware 160 de cálculos puede proporcionar una representación muy detallada de una estructura de la junta 50 de estanqueidad, por ejemplo de una manera tal como se ilustra en la figura 10 cuando la junta 50 de estanqueidad se mueve de manera ortogonal en el aparato 200.

Cuando se implementa el aparato 200, usar detectores basados en espectrógrafo en su construcción hace que el aparato 200 sea potencialmente caro de fabricar; tales detectores basados en espectrógrafo muestran una proporción (S/N) de señal a ruido baja en funcionamiento y son habitualmente grandes físicamente en tamaño.

Como se ha mencionado anteriormente, es deseable emplear un tipo alternativo de detector, por ejemplo un fotodiodo único, un sensor lineal o un sensor de matriz. Incluso cuando se emplea un sensor sencillo en el aparato 200, puede obtenerse información valiosa indicativa del estado de la junta 50 de estanqueidad analizando una intensidad de la señal S_{detector} que es entonces una suma tal como se define en la ecuación 7 (ec. 7):

$$S_{\text{detector}}(\lambda) = S(\lambda_1)R(\lambda_2) \square (\lambda - \lambda_2) + S(\lambda_2)g(\lambda - \lambda_2) = P_1 + P_2 \quad \text{ec. 7}$$

Tal como se ha mencionado anteriormente, componentes polarizadores se incluyen opcionalmente en el aparato 200 para suprimir el pico P1 resultante en una región de más arriba de la junta 50 de estanqueidad, concretamente en su superficie de contacto de aire de ambiente-plástico; en un escenario de este tipo, las señales detectadas es entonces sustancialmente P2 que surge de una superficie de contacto entre las capas 610, 620.

Con referencia a continuación a la figura 3A y la figura 3B, se ilustra una realización alternativa de la presente invención. En el aparato 200 de medición implementada como en la figura 3A y la figura 3B, se forman imágenes de las fuentes iluminadas ($k_1(S)$, $k_2(S)$, ... $k_n(S)$) para generar los puntos focales correspondientes ($M(k_1)$, $M(k_2)$, ... $M(k_n)$), por ejemplo implementados usando técnicas de formación de imágenes confocales que usan una disposición de lente L1; para cada punto de la fuente de iluminación, un punto de imagen correspondiente $k_1(R)$, $k_2(R)$, ... $k_n(R)$ se forma en el receptor tal como se ilustra por medio de una disposición de lente L2. En la figura 3B, el detector, por ejemplo implementado como un detector lineal de multicélula, se sustituye opcionalmente con un detector de célula única, por ejemplo un fotodiodo de silicio de PIN. Un detector de célula única de este tipo integra toda la luz recibida en el mismo, y genera una señal S_{detector} que es inferior en magnitud cuando sólo hay una superficie reflectante presente en la junta 50 de estanqueidad que se investiga, por ejemplo la superficie 220 superior a una profundidad h_0 . Cuando una superficie reflectante adicional está presente dentro de la junta 50 de estanqueidad a una profundidad h_1 que también refleja luz, el detector recibe dos picos fuertes correspondientes a profundidades h_0 y h_1 que dan como resultado una señal integrada total grande S_{detector} del detector de célula única. Por consiguiente, una superficie reflectante adicional presente a sustancialmente la profundidad h_1 da como resultado la señal detectada S_{detector} que es todavía mayor en magnitud. Una disposición de este tipo permite que se proporcione un aparato 200 muy rápido y relativamente económico para ensayar la junta 50 de estanqueidad. Para esta realización una opción sería usar las longitudes de onda de la luz (es decir, puede usarse cualquier fuente de luz), sin embargo hay otras opciones alternativas dado que la medición está basada en detectar los puntos focales a diferentes profundidades (h) en la línea de unión. Por ejemplo puede usarse luz monocromática o cercana a luz monocromática como fuente de iluminación.

Además en caso de tener fuentes de iluminación continuas ($(k_1(S), k_2(S), \dots k_n(S))$, en las que n es infinito) los puntos focales ($(M(k_1), M(k_2), \dots M(k_n))$, en las que n es infinito) forman una línea continua, es decir, los puntos focales se separan de manera infinitesimal. Los puntos de imagen correspondiente ($k_1(R), k_2(R), \dots k_n(R)$, en los que n es infinito) formarán también una línea continua, es decir, se separan de manera infinitesimal. Además de disponer puntos focales como una línea continua los puntos focales pueden disponerse como un área continua. El término "espacialmente separado" puede referirse a dos puntos separados de manera infinitesimal así como a puntos que están dentro de una distancia medible entre sí.

Modificaciones a las realizaciones de la invención descritas anteriormente son posibles sin apartarse del alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Expresiones tales como "que incluye", "que comprende", "que incorpora", "que consiste en", "tener", "es" usadas para describir y reivindicar la presente invención están destinadas a interpretarse de una manera no exclusiva, concretamente permitiendo que los artículos, los componentes o los elementos no descritos explícitamente también estén presentes. Debe interpretarse que referencia al singular también se relaciona con el plural. Los números incluidos dentro de paréntesis en las reivindicaciones adjuntas están destinados a ayudar a comprender las reivindicaciones y no deben interpretarse de ninguna manera que limita la materia reivindicada por estas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (200) de medición para inspeccionar una junta (50) de estanqueidad de un artículo (20), en el que el aparato (200) de medición incluye una fuente (510, 520) de radiación para proporcionar radiación para iluminar la junta (50) de estanqueidad del artículo (20), un detector (530, 540) para recibir radiación del artículo (20) para generar una señal detectada correspondiente, y una disposición (160) de procesamiento para procesar la señal detectada para generar una señal de salida indicativa de un estado de la junta (50) de estanqueidad, mediante lo cual:
- (a) la fuente (510, 520) de radiación está dispuesta para focalizar la radiación en una pluralidad de puntos focales en la junta (50) de estanqueidad del artículo (20) empleando uno de
- dispersión cromática que se produce en uno o más componentes ópticos,
 - técnicas de formación de imágenes confocales; y en el que los puntos focales se separan espacialmente entre sí;
- (b) el detector (530, 540) está dispuesto para formar imágenes de uno o más de los puntos focales y para ser sensible de manera selectiva a una intensidad de radiación recibida del uno o más puntos focales para generar una señal detectada; y
- (c) la disposición (160) de procesamiento puede hacerse funcionar para recibir la señal detectada y para procesar la señal detectada para generar la señal de salida indicativa del estado de la junta (50) de estanqueidad e indicativa de la existencia de defectos,
- caracterizado porque la disposición (160) de procesamiento puede hacerse funcionar para detectar uno o más picos (800, 810, 820) de radiación presentes en la señal detectada en función de la profundidad (h) a lo largo de la intercepción de la junta de estanqueidad para determinar una magnitud del uno o más picos (800, 810, 820) de radiación, y para determinar a partir de una proporción relativa de la magnitud del uno o más picos (800, 810, 820) de radiación el estado de la junta (50) de estanqueidad.
2. Aparato (200) de medición según la reivindicación 1, caracterizado porque uno o más puntos focales se generan en una dirección que se interseca con un plano de una superficie de la junta (50) de estanqueidad cuando se inspecciona y opcionalmente porque los puntos focales se generan en función de la profundidad (h) en una dirección (700, 710, 720) que se interseca con el plano de la junta (50) de estanqueidad cuando se inspecciona.
3. Aparato (200) de medición según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el detector (530, 640) incluye un espectrómetro (530) y una cámara (540) de imágenes para generar la señal detectada y/o uno o más elementos (400) de polarización de radiación para aumentar el contraste de señal en la señal detectada que surge de uno o más defectos presentes en la junta (50) de estanqueidad.
4. Aparato (200) de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el estado de la junta (50) de estanqueidad determinado por la disposición (160) de procesamiento incluye al menos uno de: burbujas presentes en una superficie de contacto de la junta (50) de estanqueidad, residuos presentes en una superficie de contacto de la junta (50) de estanqueidad.
5. Aparato (200) de medición según una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el aparato (200) de medición incluye una disposición para mover el artículo (20) en relación con la pluralidad de puntos focales, para permitir que el aparato (200) de medición genere una imagen tomográfica de una superficie de contacto entre capas (610, 620) que forman la junta (50) de estanqueidad basándose en el índice de refracción relativo de las capas.
6. Método para usar un aparato (200) de medición para inspeccionar una junta (50) de estanqueidad de un artículo (20), en el que el aparato (200) de medición incluye una fuente (510, 520) de radiación para proporcionar radiación para iluminar la junta (50) de estanqueidad del artículo (20), un detector (530, 540) para recibir radiación del artículo (20) para generar una señal detectada correspondiente, y una disposición (160) de procesamiento para procesar la señal detectada para generar una señal de salida indicativa de un estado de la junta (50) de estanqueidad, mediante lo cual el método incluye:
- (a) emplear la fuente (510, 520) de radiación para focalizar la radiación en una pluralidad de puntos focales en la junta (50) de estanqueidad del artículo (20), empleando uno de
- dispersión cromática que se produce en uno o más componentes ópticos, y
 - técnicas de formación de imágenes confocales, y en el que los puntos focales se separan espacialmente entre sí;
- (b) usar el detector (530, 540) para formar imágenes de uno o más de los puntos focales y para ser

sensible de manera selectiva a una intensidad de radiación recibida del uno o más puntos focales para generar una señal detectada; y

(c) recibir en la disposición (160) de procesamiento la señal detectada y procesar la señal detectada para generar la señal de salida indicativa del estado de la junta (50) de estanqueidad e indicativa de la existencia de defectos,

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- caracterizado porque el método incluye usar la disposición (160) de procesamiento para detectar uno o más picos (800, 810, 820) de radiación presentes en la señal detectada en función de o bien la longitud de onda de radiación (λ) y/o bien en función de la profundidad (h) a lo largo de la intercepción de la junta de estanqueidad, para determinar una magnitud del uno o más picos (800, 810, 820) de radiación, y para determinar a partir de una proporción relativa de la magnitud del uno o más picos (800, 810, 820) de radiación el estado de la junta (50) de estanqueidad.
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque el método incluye generar los puntos focales en función de o bien la longitud de onda de radiación (λ) y/o bien en función de la profundidad (h) en una dirección que se interseca con el plano de la junta (50) de estanqueidad cuando se inspecciona.
8. Método según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado porque el método incluye emplear en el detector (530, 640) un espectrómetro (530) y una cámara (540) de imágenes para generar la señal detectada y/o uno o más elementos (400) de polarización de radiación para aumentar el contraste de señal en la señal detectada que surge de uno o más defectos presentes en la junta (50) de estanqueidad.
9. Método según la reivindicación 6, 7 u 8, caracterizado porque el estado de la junta (50) de estanqueidad determinado por la disposición (160) de procesamiento incluye al menos uno de: burbujas presentes en una superficie de contacto de la junta (50) de estanqueidad, residuos presentes en una superficie de contacto de la junta (50) de estanqueidad.
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque el método incluye disponer que el aparato (200) de medición incluya una disposición para mover el artículo (20) en relación con la pluralidad de puntos focales, para permitir que el aparato (200) de medición genere una imagen tomográfica de una superficie de contacto entre capas (610, 620) que forman la junta (50) de estanqueidad, en el que las capas (600, 610) tienen índices de refracción diferentes entre sí frente a la radiación recibida de la fuente (510, 520) de radiación.
11. Producto de software registrado en medios de almacenamiento de datos legibles por máquina, caracterizado porque el producto de software es ejecutable en hardware de cálculos para ejecutar un método según la reivindicación 6.

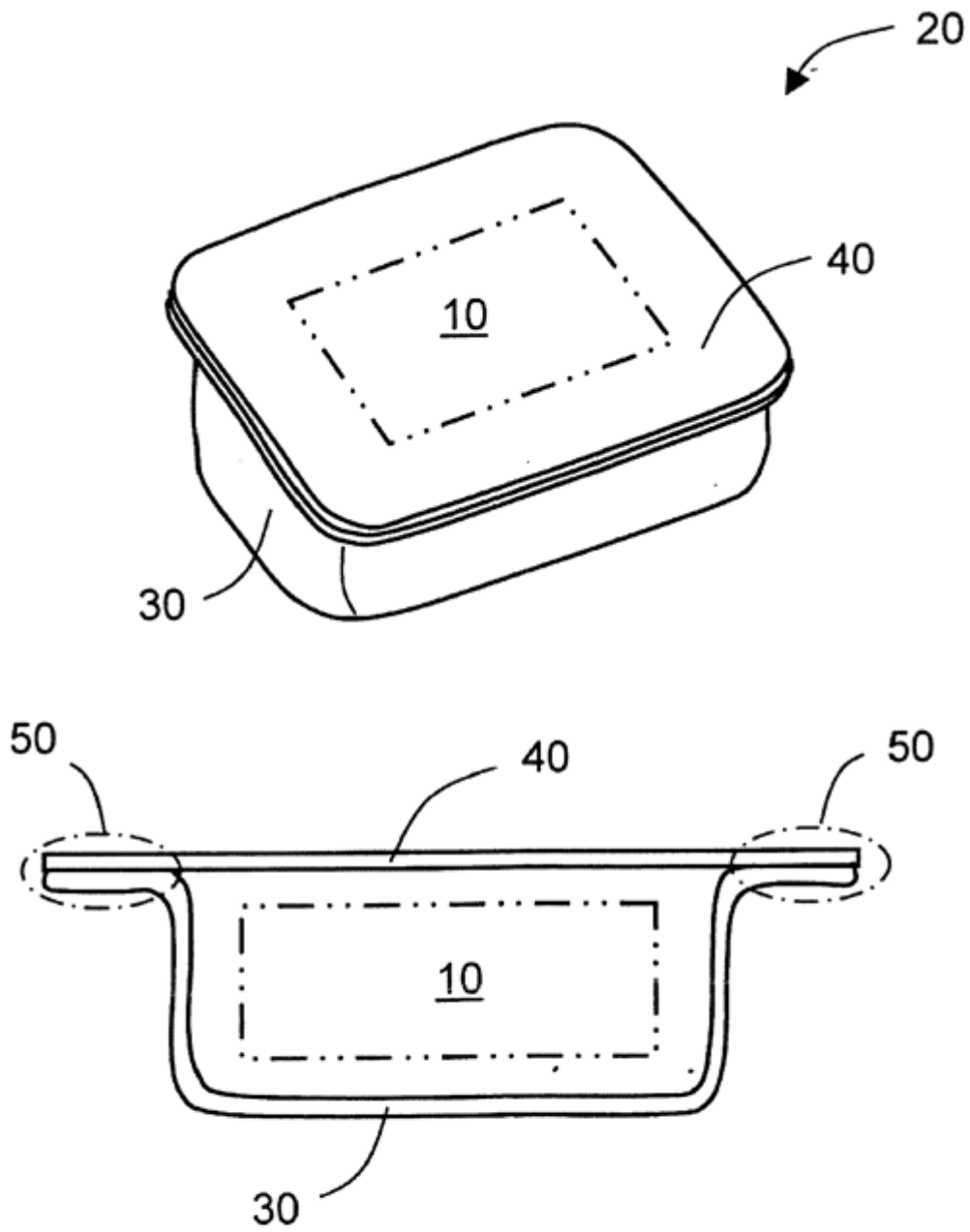


FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

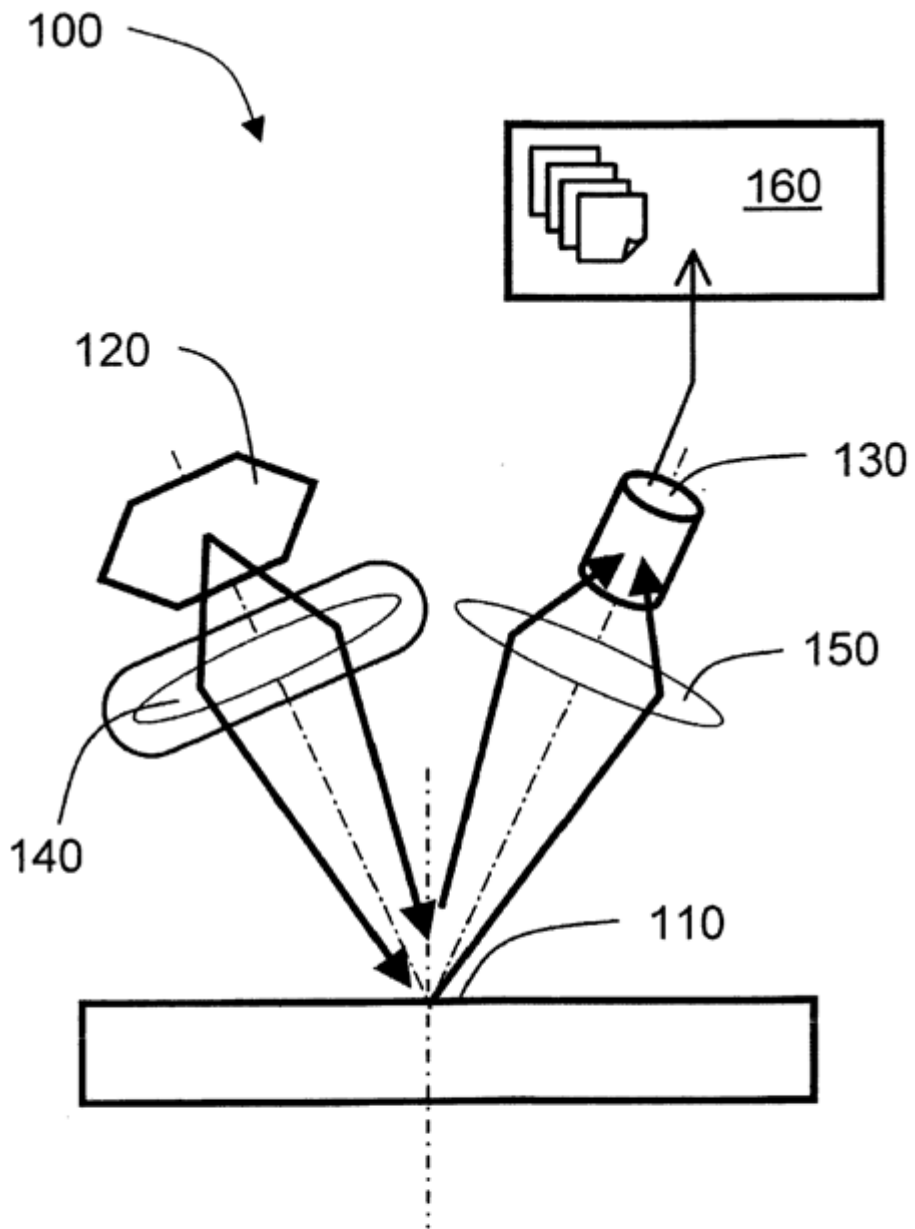


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

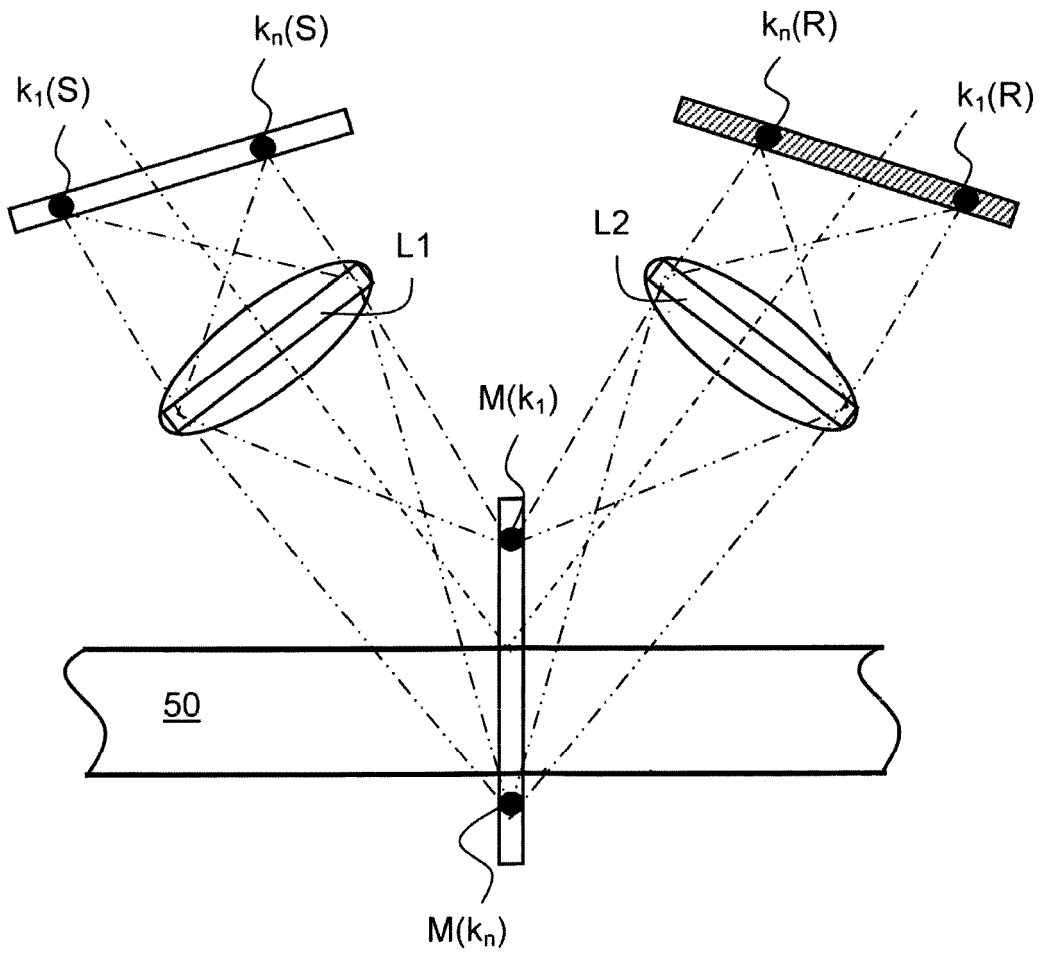


FIG. 3A

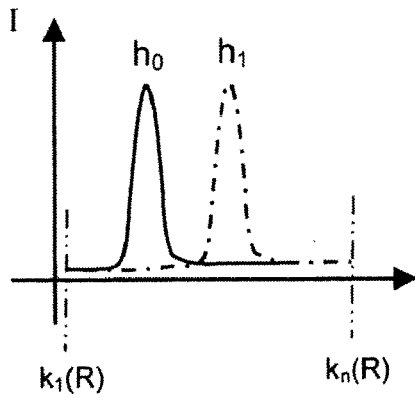
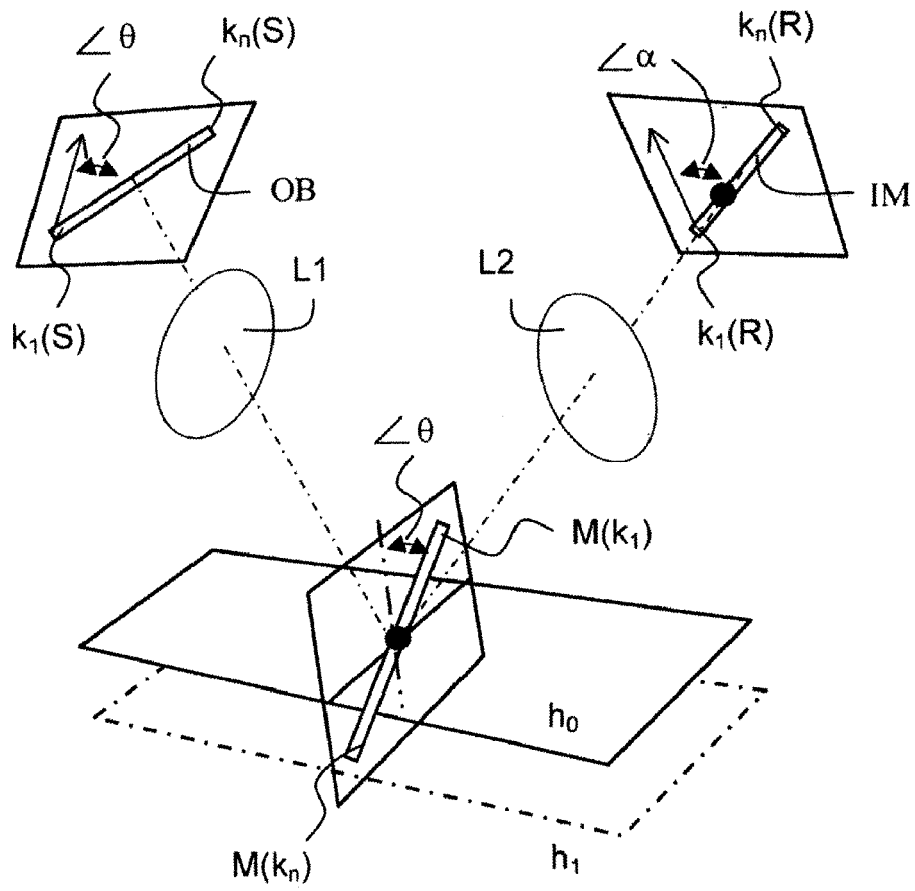


FIG. 3B

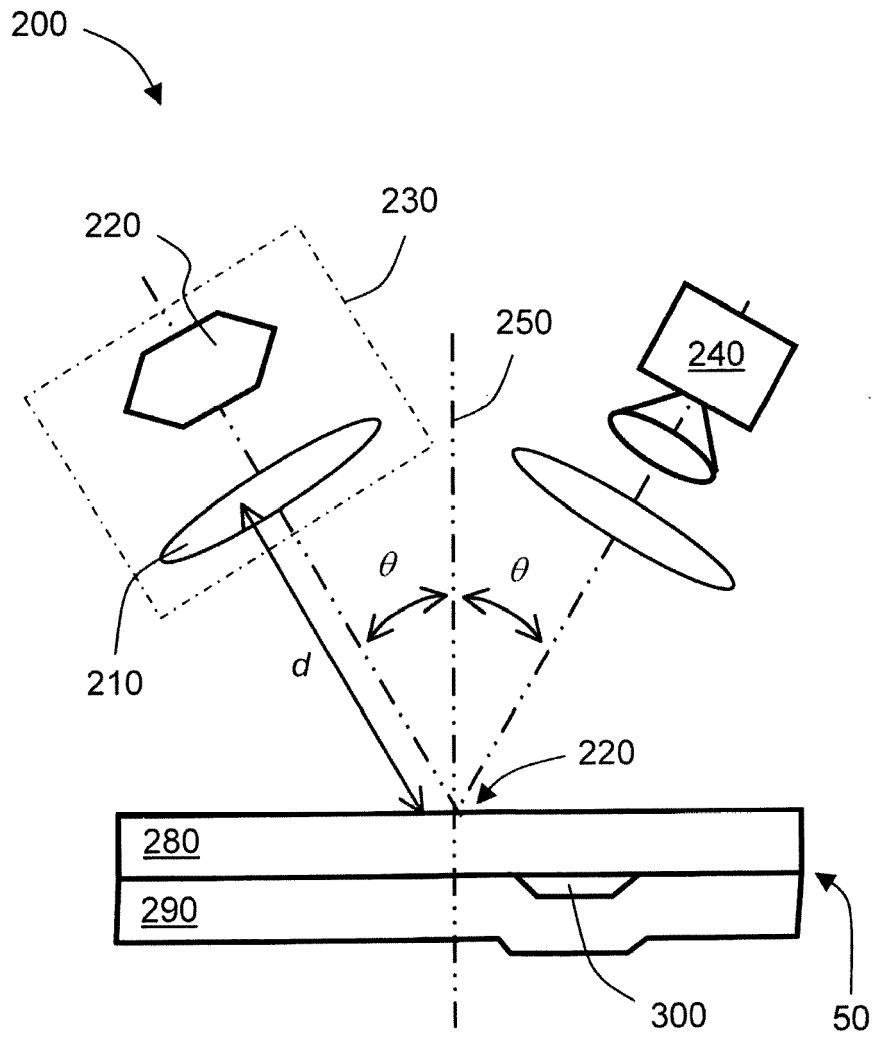


FIG. 4A

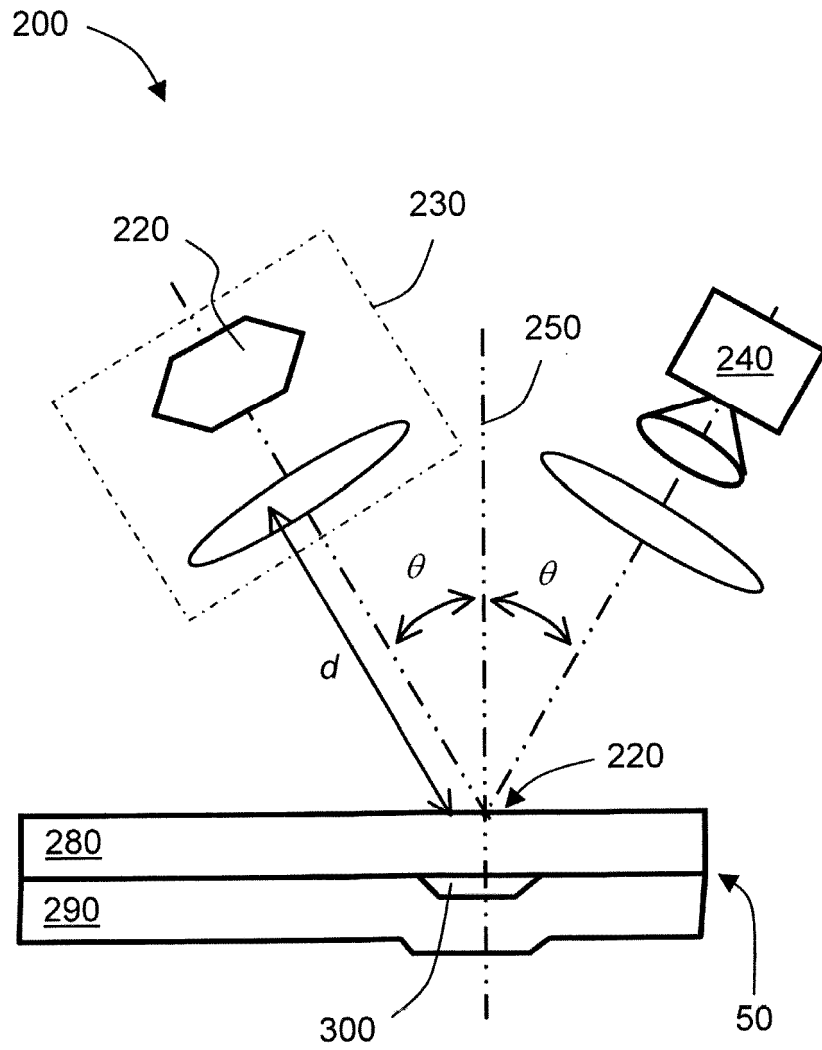


FIG. 4B

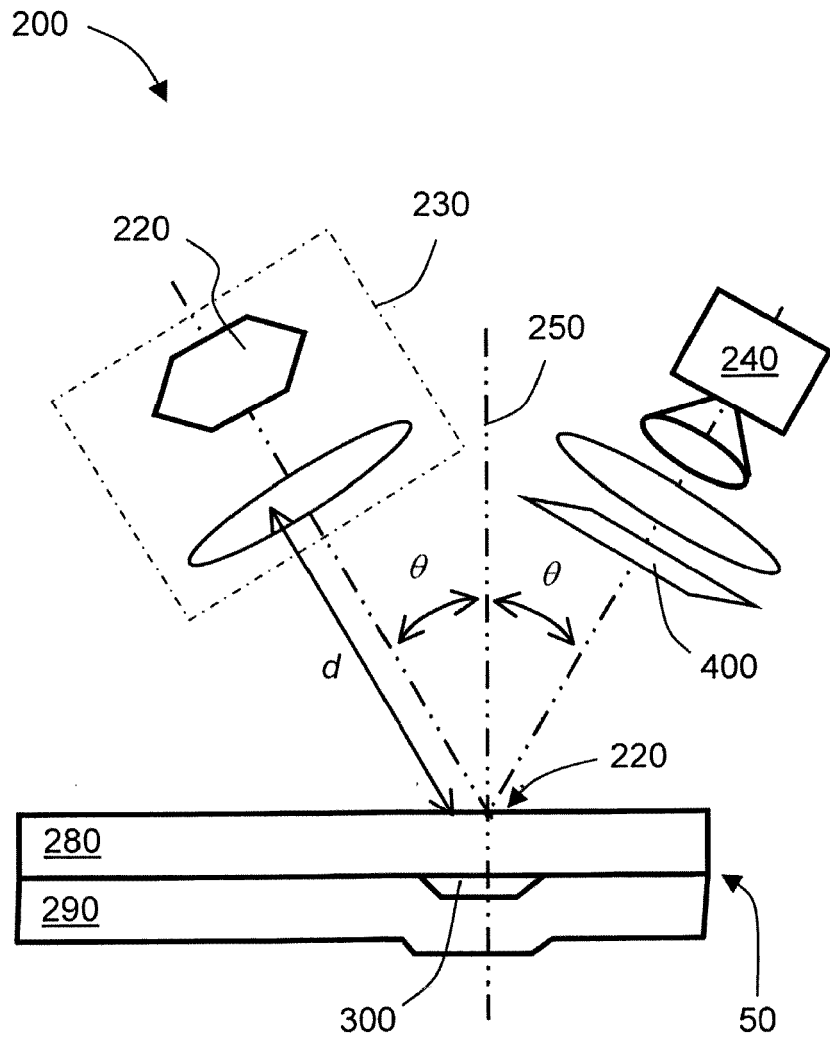


FIG. 4C

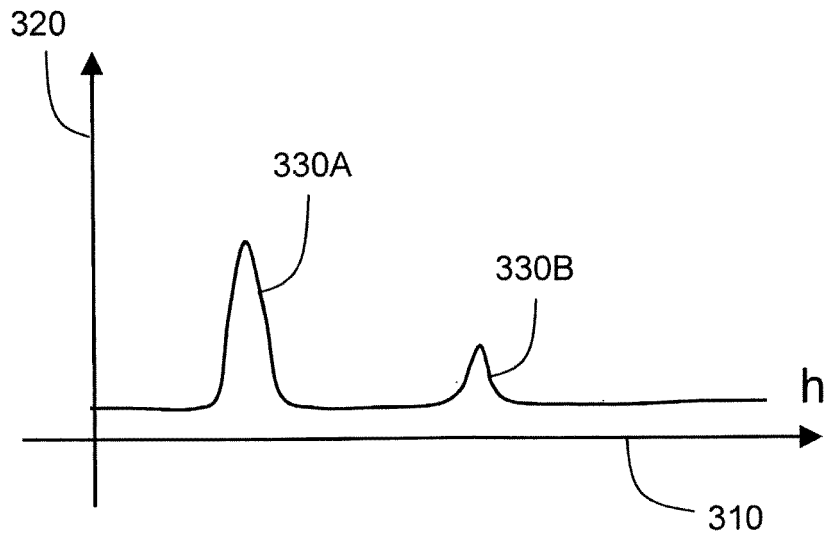


FIG. 5A

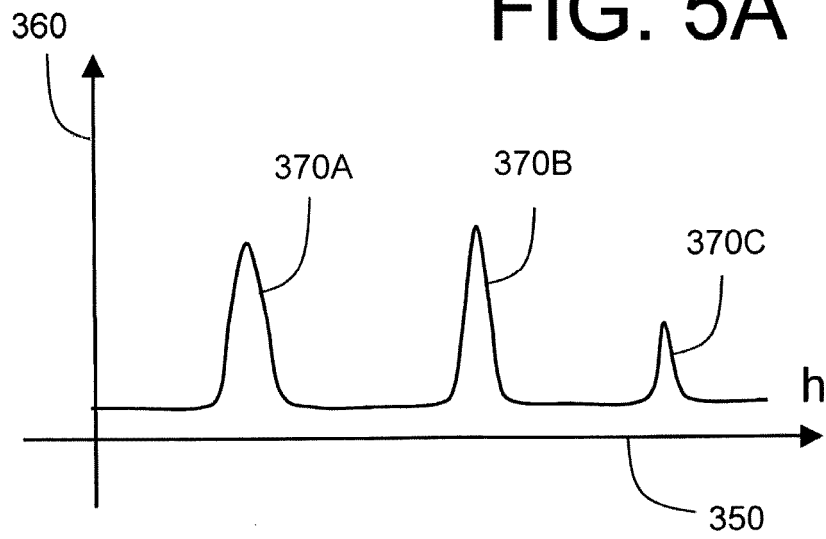


FIG. 5B

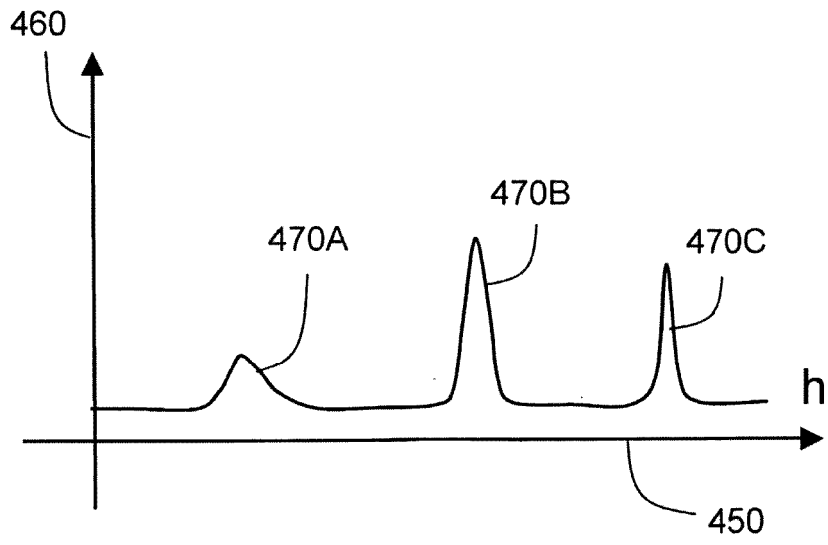


FIG. 5C

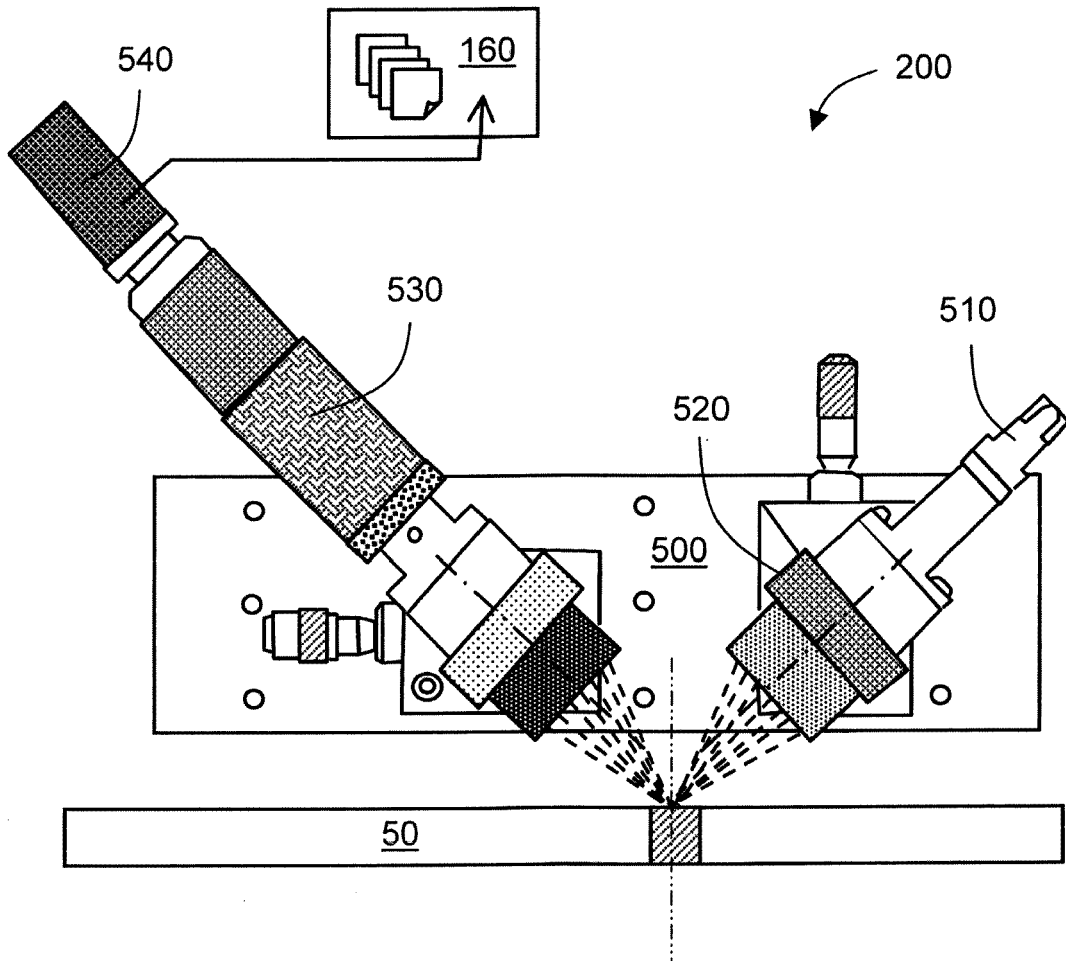


FIG. 6

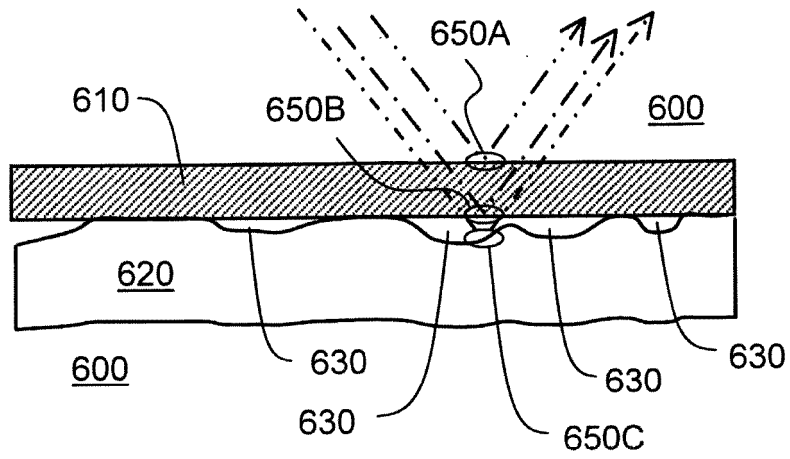


FIG. 7

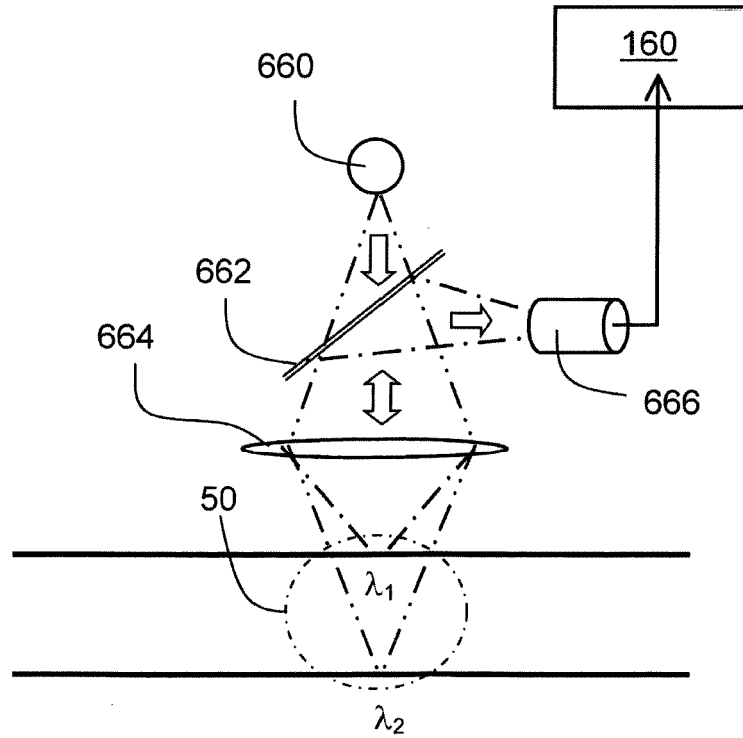


FIG. 8A

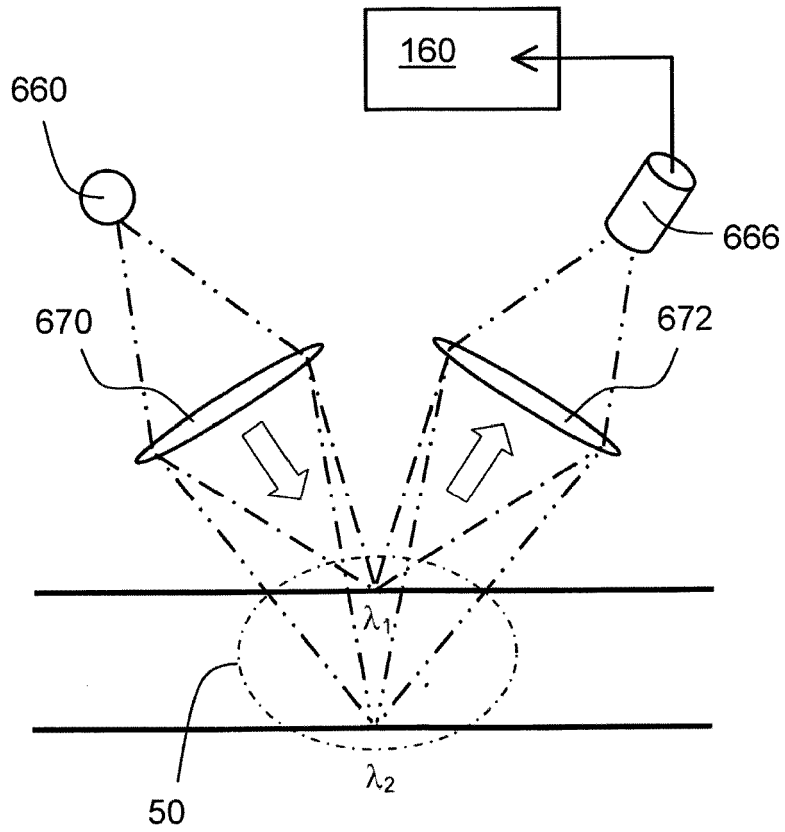


FIG. 8B

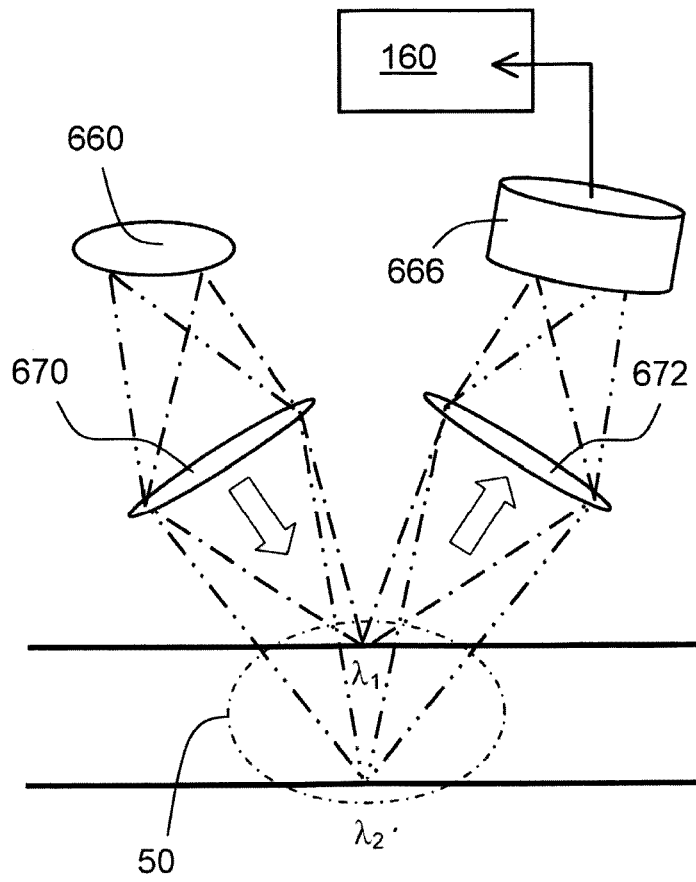


FIG. 8C

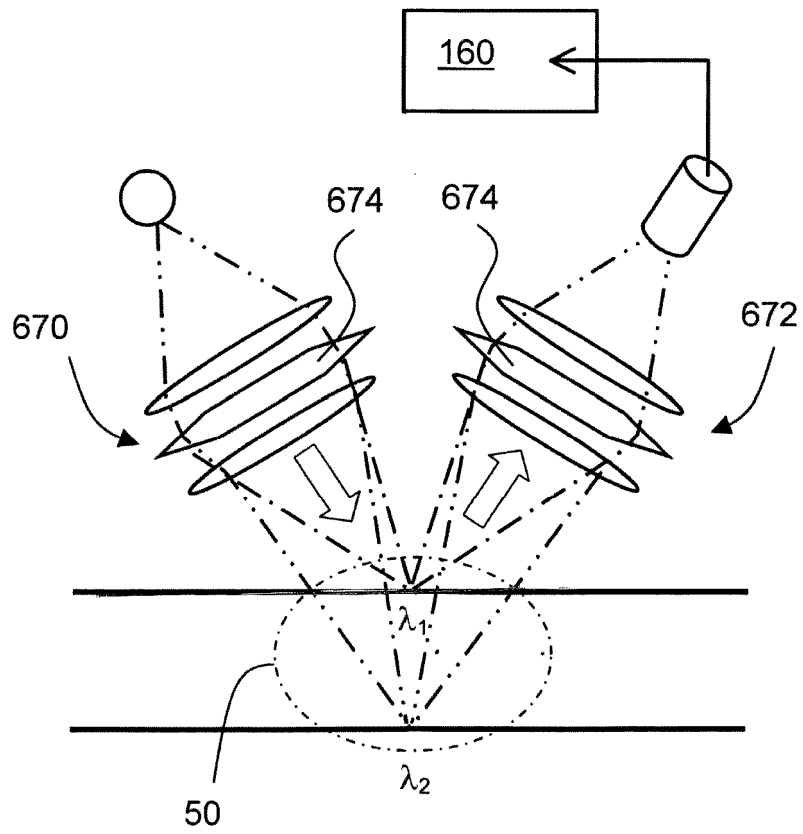


FIG. 8D

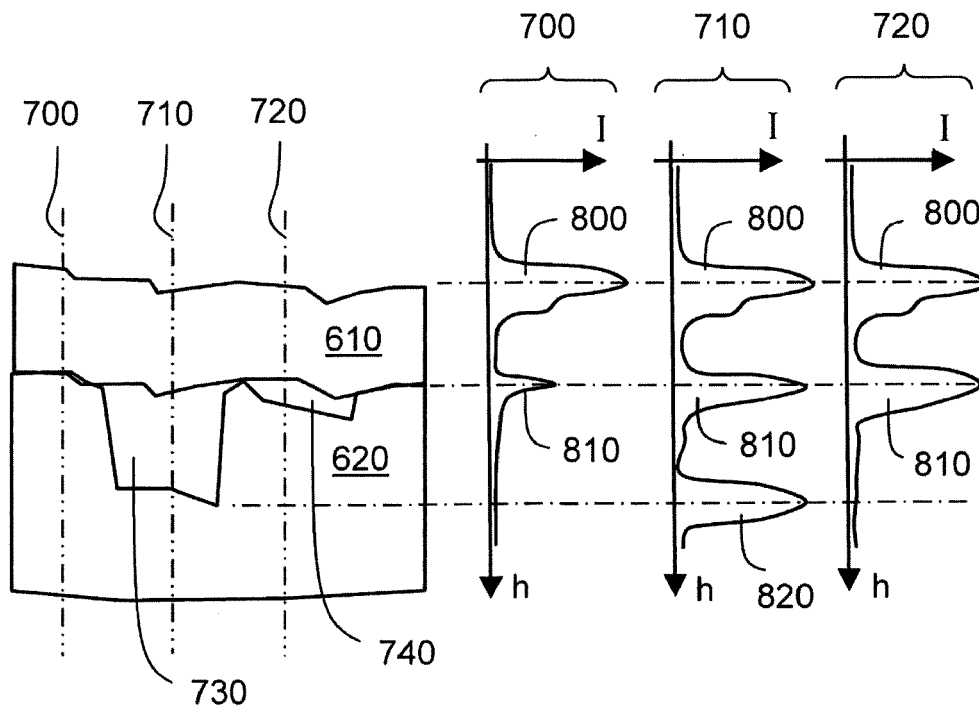


FIG. 9

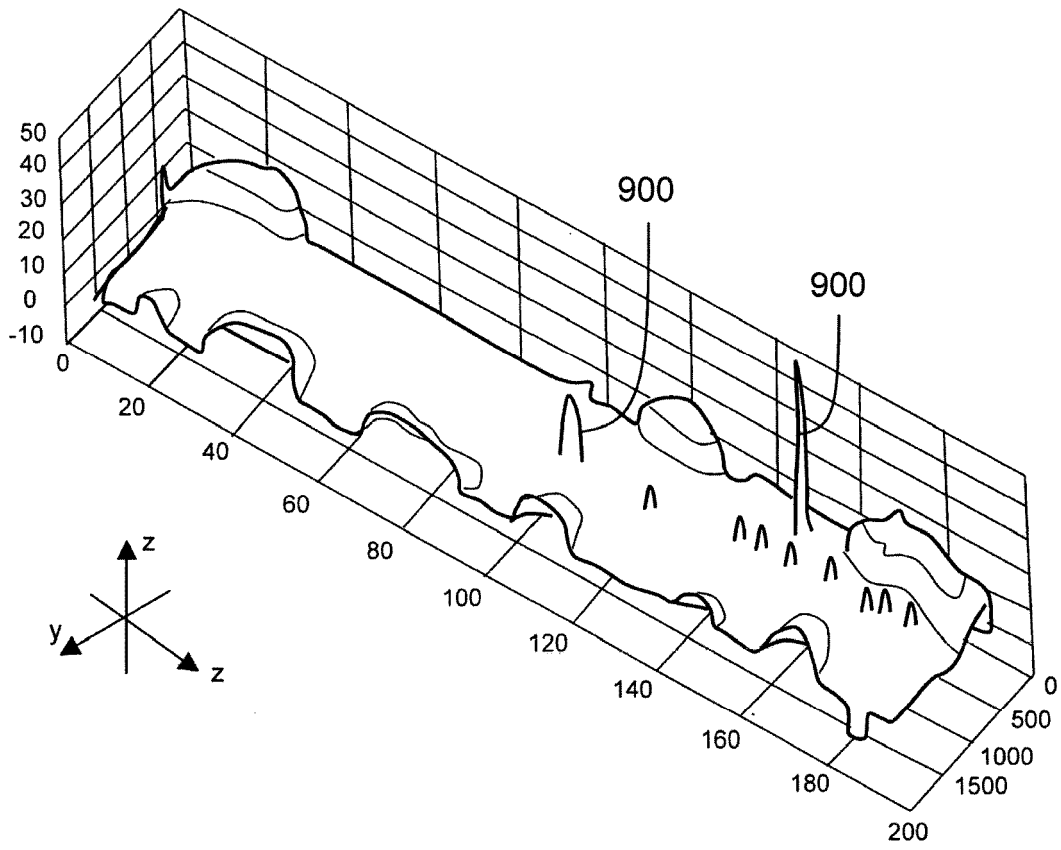


FIG. 10