

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 859 109**

51 Int. Cl.:

**G01B 9/02** (2006.01)

**G01B 21/04** (2006.01)

**G01B 11/06** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2017 PCT/FI2017/050353**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.11.2017 WO17194832**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2017 E 17729908 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2020 EP 3455583**

54 Título: **Artefacto para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas**

30 Prioridad:

**10.05.2016 FI 20165400**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.10.2021**

73 Titular/es:

**NANOFORM FINLAND OYJ (100.0%)  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**HÆGGSTRÖM, EDWARD;  
KASSAMAKOV, IVAN;  
NOLVI, ANTON;  
SANDLER, NIKLAS;  
VIITALA, TAPANI y  
NYMAN, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 859 109 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

Artefacto para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas

### Campo técnico

- 5 La divulgación se refiere a un artefacto para determinar la resolución de la formación de imágenes que está basada en radiación electromagnética y/o en ondas mecánicas. Además, la divulgación se refiere a un método para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas, a un método para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas, y a un sistema para formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas.

### 10 Antecedentes

- En microscopía y otros tipos de formación de imágenes basada en radiación electromagnética, así como en ultrasonidos y otros tipos de formación de imágenes basada en ondas mecánicas, las métricas importantes incluyen típicamente el aumento, el campo de visión "FOV", la profundidad de campo y la resolución. Si bien muchas de estas métricas son fáciles de definir de manera inequívoca, la determinación de la resolución puede ser problemática. En las normas de la Organización Internacional de Normalización "ISO", la capacidad de un instrumento de formación de imágenes para resolver el espaciado y la altura se denomina "límite de periodo lateral" y se define como el periodo espacial de un perfil sinusoidal en el que la respuesta de altura del instrumento se reduce al 50%. El límite de periodo lateral que representa la resolución se puede determinar utilizando un artefacto que tiene una topografía de superficie "3D" tridimensional con la ayuda de la cual se puede encontrar la frecuencia espacial correspondiente a la respuesta de altura del 50%. Un artefacto puede ser, por ejemplo, una estrella Siemens que presenta un patrón de áreas orientadas radialmente que coinciden en el centro de la estrella y que se estrechan hacia el centro. Las áreas orientadas radialmente son alternativamente más bajas y más altas, de modo que la altura de la superficie varía periódicamente cuando un punto de observación viaja a lo largo de un círculo que circunscribe el centro. El periodo lateral de la variación de altura se reduce cuando se reduce el radio del círculo. Se discute el uso de la estrella Siemens para determinar la resolución de un sistema óptico, por ejemplo en la publicación de Birch y Griffing: "*Sinusoidal Siemens star spatial frequency response measurement errors due to misidentified target centers*", Optical Engineering 54 (7), 074104, julio de 2015. También se conocen otros artefactos para determinar la resolución a partir del documento DE 10356829 y la publicación de Giusca y Leach: "Calibration of the scales of areal surface topography measuring instruments: part 3.Resolution", Meas. Sci. Technol. 24 (2013) 105010.
- 30 En muchos casos, la topografía de la superficie 3D de un artefacto se crea mediante corte y/o mordentado. Los materiales adecuados para los artefactos fabricados mediante corte y/o mordentado son, por ejemplo, silicio "Si", zirconio "Zr" y muchos metales. Sin embargo, el corte como método de fabricación tiene algunas limitaciones. Un desafío relacionado con el corte es que el radio de curvatura lateral en una topografía de superficie 3D de corte tiene un límite inferior que limita la idoneidad del corte como método de fabricación para artefactos donde se necesita una topografía de superficie 3D de paso muy fino. Además, las muestras que se van a examinar con formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas suelen estar compuestas de materiales orgánicos. Por tanto, las propiedades del material de los artefactos producidos por corte y/o mordentado pueden diferir significativamente de las propiedades del material de las muestras a examinar. Por ejemplo, el índice de refracción y/o la impedancia acústica del material de muestra pueden diferir significativamente del material de un artefacto producido por corte y/o mordentado. En muchos casos, el índice de refracción y/o la impedancia acústica desempeñan un papel importante en la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. Diferentes índices de refracción y/o propiedades acústicas en la muestra y el artefacto pueden distorsionar una calibración basada en el artefacto y utilizada para mejorar la calidad de la formación de imágenes.

### Compendio

- 45 A continuación se presenta un compendio simplificado para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de diferentes realizaciones de la invención. El compendio no es una descripción general extensa de la invención. No pretende identificar elementos clave o críticos de la invención ni delinear el alcance de la invención. El siguiente compendio simplemente presenta algunos conceptos de la invención en una forma simplificada como preludio de una descripción más detallada de realizaciones de ejemplo y no limitantes de la invención.
- 50 De acuerdo con la invención, se proporciona un nuevo artefacto para determinar la resolución de la formación de imágenes que está basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. La formación de imágenes puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, interferometría basada en la interferencia entre ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un objeto del que se están formando imágenes y otras ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un reflector de referencia. La interferometría basada en radiación electromagnética puede ser, por ejemplo, interferometría de luz blanca "WLI", interferometría de polarización de luz blanca "WLP", interferometría de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLI" y/o interferometría de polarización de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLPI". Además, la formación de imágenes basada en radiación electromagnética puede representar una técnica de baja coherencia, una técnica confocal, una técnica de desplazamiento de fase, una técnica

de formación de imágenes de elipsometría y/o una técnica de formación de imágenes por resonancia de plasmón superficial "SPRi". La interferometría basada en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, microscopía de interferencia acústica. Además, la formación de imágenes basada en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, formación de imágenes por ultrasonidos tal como, por ejemplo, microscopía de ultrasonido. Un ejemplo de formación de imágenes que está basada tanto en la radiación electromagnética como en las ondas mecánicas es la formación de imágenes láser-ultrasónicas, en las que se utiliza un láser para excitar vibraciones mecánicas para la formación de imágenes.

Sin embargo, debe entenderse que la presente invención no se limita a las técnicas de formación de imágenes mencionadas anteriormente, sino que la invención también es aplicable con técnicas de formación de imágenes que no se han mencionado anteriormente.

Un artefacto según la invención comprende:

- un sustrato, y
- capas encima del sustrato.

Las capas comprenden material orgánico y al menos dos de las capas están apiladas una sobre otra de una manera parcialmente superpuesta de modo que un borde de una primera de las capas está dispuesto para cruzarse con un borde de una segunda de las capas. Las capas constituyen una topografía de superficie 3D donde, cuando el artefacto se ve en una dirección perpendicular a las capas, un surco definido por los bordes mencionados anteriormente de la primera y segunda de las capas se estrecha hacia un punto de intersección entre los bordes.

El sustrato del artefacto puede estar hecho, por ejemplo, de grafito pirolítico "HOPG" altamente ordenado, y las capas del artefacto mencionadas anteriormente pueden ser, por ejemplo, películas de Langmuir-Blodgett "LBF". Las LBF se pueden fabricar de una manera conocida para que tengan un espesor constante dentro de un intervalo de 0,5 nm a 4 nm, por ejemplo 2,5 nm. En consecuencia, el perfil de espesor, es decir, la topografía de la superficie 3D del artefacto se puede controlar con pasos de 0,5 nm a 4 nm, por ejemplo 2,5 nm controlando el número de LBF apiladas entre sí en cada punto del artefacto.

Se puede fabricar un artefacto del tipo descrito anteriormente, por ejemplo de la siguiente manera. En primer lugar, se toma un sustrato de HOPG y se despega, de manera conocida, un número suficiente de capas de HOPG para tener el espesor deseado. Se puede lograr un espesor más controlado utilizando litografía por haz de electrones para cortar el material de HOPG. A continuación, una LBF creada a partir de una película lipídica, por ejemplo de ácido esteárico o fosatidilcolina, se deposita encima del sustrato de HOPG sumergiendo el sustrato de HOPG, de una manera conocida, a través de una monocapa que reside en una subfase que contiene contraiones estabilizadores de monocapa, por ejemplo acetato de uranilo o  $\text{CdCl}_2$ . El perfil de espesor deseado se puede lograr sumergiendo el artefacto que se está fabricando en una posición apropiada en la subfase para cada una de las capas LBF de modo que el artefacto se incline y/o se gire para cubrir un área deseada del artefacto con una capa LBF.

La primera y segunda capas parcialmente superpuestas y que tienen los bordes que se cruzan se pueden fabricar, por ejemplo, utilizando una cubeta de Langmuir Blodgett estándar que contiene uno o más líquidos LBF adecuados. El sustrato se limpia, se seca y se sumerge en la cubeta a lo largo de una trayectoria vertical de modo que la parte de la superficie del sustrato que se desea cubrir con la primera capa se sumerge en el líquido LBF. A continuación, el sustrato se retira completamente del líquido LBF. A continuación, el sustrato se gira a una posición diferente y se sumerge en el líquido LBF de modo que, esta vez, la parte de la superficie del sustrato y la parte de la superficie de la primera capa que se desea cubrir con la segunda capa se sumerjan en el líquido LBF. A continuación, el sustrato se retira completamente del líquido LBF. Como resultado, se tiene un artefacto que comprende dos capas LBF parcialmente superpuestas cuyos bordes se intersecan entre sí. Opcionalmente, se pueden depositar una o más capas base antes de que se creen las capas LBF mencionadas anteriormente. Repitiendo el procedimiento se pueden producir más capas LBF en el artefacto.

A diferencia de los artefactos de muchos otros tipos, el artefacto descrito anteriormente tiene propiedades ópticas y mecánicas cercanas a las de muchos tejidos biológicos. Esto es ventajoso ya que las diferencias en las propiedades ópticas y/o mecánicas entre la muestra y el artefacto pueden distorsionar la imagen. Además, se puede controlar el artefacto para que tenga un perfil de espesor deseado con dimensiones conocidas con precisión, ya que el perfil de espesor es un resultado natural e inherente del proceso de fabricación del artefacto.

Los materiales preferenciales usados para preparar un artefacto por deposición de Langmuir Blodgett "LB" son ácidos grasos, alcoholes grasos, aminas grasas, fosfolípidos, esteroides y cualquier derivado anfílico de estos porque estos pueden usarse para formar incluso capas simples de espesores precisos entre 2-4 nm. El espesor de capa preferencial se puede producir mediante la deposición múltiple repetitiva de estas capas individuales planas mediante la técnica LB. Además, estos materiales permiten producir capas con espesores precisos y libres de agentes de marcado, lo que permite, por ejemplo calibración sin marcadores con la ayuda del artefacto producido. Las películas de polímero LB normalmente forman capas más gruesas que 2-4 nm y a menudo no son tan lisas y uniformes como las fabricadas a partir de los ácidos grasos, alcoholes grasos, aminas grasas, monocapas/multicapas de fosfolípidos, esteroides y derivados anfílicos de estos. Algunas capas de polímero también pueden ser muy difíciles o incluso imposibles de depositar mediante la técnica LB debido a su rigidez.

De acuerdo con la invención, también se proporciona un nuevo método para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. El método comprende:

- 5       - producir uno o más resultados de formación de imágenes basada en ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de un artefacto según la invención, teniendo el artefacto una topografía de superficie 3D predeterminada que comprende un surco ahusado, y
- determinar una anchura mínima del surco ahusado revelado por uno o más resultados de la formación de imágenes de modo que se cumpla un criterio predeterminado, siendo la anchura mínima determinada indicativa de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas.

10       El criterio mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, un requisito de que uno o más resultados de formación de imágenes revelen al menos una parte predeterminada de la profundidad del surco ahusado. En el caso de que la parte predeterminada sea del 50%, el criterio corresponde sustancialmente a la norma 25718 de la Organización Internacional de Normalización "ISO".

De acuerdo con la invención, también se proporciona un nuevo método para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. El método comprende:

- 15       - producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en las primeras ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de un artefacto según la invención, teniendo el artefacto una topografía de superficie 3D predeterminada,
- formar datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de superficie 3D predeterminada del artefacto, y
- 20       - corregir, con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes producidos en base a segundas ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de una muestra a partir de la que se van a formar las imágenes.

De acuerdo con la invención, también se proporciona un nuevo sistema de formación de imágenes basado en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. El sistema comprende:

- 25       - un artefacto según la invención, teniendo el artefacto una topografía de superficie 3D predeterminada que comprende un surco ahusado, y
- un dispositivo de formación de imágenes para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en primeras ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas del artefacto y para producir uno o más segundos resultados de formación de imágenes basada en segundas ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de una muestra a partir de la que se van a formar imágenes.

30       Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención comprende un equipo de procesamiento para determinar una anchura mínima del surco ahusado que es revelada por uno o más primeros resultados de formación de imágenes de modo que se cumpla un criterio predeterminado. La anchura mínima determinada es indicativo de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas.

35       Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención comprende un equipo de procesamiento para formar datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de la superficie 3D predeterminada del artefacto, y para corregir, con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes.

40       En las reivindicaciones dependientes adjuntas se describen varias realizaciones de ejemplo y no limitantes de la invención.

Las realizaciones de ejemplo y no limitantes de la invención en lo que respecta tanto a construcciones como a métodos de funcionamiento, junto con los objetos y ventajas adicionales de la misma, se entienden mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones de ejemplo específicas cuando se lee en relación con los dibujos adjuntos.

45       Los verbos "comprender" e "incluir" se utilizan en este documento como limitaciones abiertas que no excluyen ni requieren la existencia de características no citadas. Las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes se pueden combinar libremente entre sí a menos que se indique explícitamente lo contrario. Además, debe entenderse que el uso de "un" o "una", es decir, una forma singular, en este documento no excluye una pluralidad.

### Breve descripción de figuras

50       Las realizaciones de ejemplo y no limitantes de la invención y sus ventajas se explican con mayor detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

las figuras 1a, 1b y 1c ilustran un artefacto según una realización de ejemplo y no limitante de la invención.

las figuras 2a y 2b ilustran un artefacto según una realización de ejemplo y no limitante de la invención,

las figuras 3a, 3b y 3c ilustran un artefacto según una realización de ejemplo y no limitante de la invención.

la figura 4a muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas,

la figura 4b ilustra la determinación de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas.

la figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas,

la figura 6 muestra una ilustración esquemática de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética,

la figura 7 ilustra una parte de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética, y

La figura 8 ilustra una parte de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética.

### Descripción de realizaciones de ejemplo y no limitantes

La figura 1a muestra una vista superior de un artefacto 101 según una realización de ejemplo y no limitante de la invención. La figura 1b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A1-A1 mostrada en la figura 1a, y la figura 1c muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A2-A2 mostrada en la figura 1a. En la figura 1b, el plano de sección es paralelo al plano yz de un sistema de coordenadas 199. En la figura 1c, el plano de sección es paralelo al plano xz del sistema de coordenadas 199. El artefacto 101 comprende un sustrato 102 y capas 103 y 104 encima del sustrato. Las capas 103 y 104 se apilan una sobre otra de una manera parcialmente superpuesta de modo que un borde 107 de la capa 103 está dispuesto para cruzarse con un borde 108 de la capa 104. La capa 103 está encima del sustrato 102 y la capa 104 está parcialmente encima del sustrato 102 y parcialmente sobre la capa 103. En la figura 1a, una parte del borde 107 que está cubierto por la capa 104 se representa con una línea discontinua.

Como se ve en las figuras 1a-1c, las capas 103 y 104 junto con el sustrato 102 constituyen una topografía de superficie "3D" tridimensional donde un surco 111 definido por los bordes 107 y 108 mencionados anteriormente se estrecha hacia el punto de intersección 112 entre los bordes 107 y 108. El ángulo  $\alpha_1$  que está entre los bordes 107 y 108 y se abre hacia el surco 111 puede estar ventajosamente en el intervalo de 5 grados a 90 grados, más ventajosamente en el intervalo de 7 grados a 20 grados, y aún más ventajosamente en el intervalo de 8 grados a 12 grados. Las capas 103 y 104 comprenden material orgánico con el fin de lograr una situación en la que las propiedades materiales apropiadas del artefacto 101 sean suficientemente parecidas a las propiedades materiales apropiadas de las muestras orgánicas biológicas o sintéticas que se van a examinar. Los materiales orgánicos se definen en la química moderna como compuestos basados en carbono, originalmente derivados de organismos vivos, pero ahora también incluyen versiones sintetizadas en laboratorio. Las capas 103 y 104 son ventajosamente películas de Langmuir-Blodgett "LBF". El sustrato 102 puede estar hecho, por ejemplo, de grafito pirolítico altamente ordenado "HOPG",  $\text{SiO}_2$ , metal, óxido de metal o silicio.

La figura 2a muestra una vista superior de un artefacto 201 según una realización de ejemplo y no limitante de la invención. La figura 2b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de la línea A-A mostrada en la figura 2a. En la figura 2b, el plano de sección es paralelo al plano xz de un sistema de coordenadas 299. El artefacto 201 comprende un sustrato 202 y capas 203, 204, 205 y 206 encima del sustrato. Las capas 203-204 se apilan unas sobre otras de una manera parcialmente superpuesta de modo que los bordes 207, 208, 209 y 210 de las capas 203-206 están dispuestos para cruzarse entre sí en un punto de intersección 212 como se ilustra en la figura 2a. La primera de las capas 203 está encima del sustrato 202, la segunda de las capas 204 está parcialmente encima del sustrato y parcialmente sobre la capa 203, la tercera de las capas 205 está parcialmente sobre la capa 203 y parcialmente sobre la capa 204, y la cuarta de las capas 206 está parcialmente sobre la capa 204 y parcialmente sobre la capa 205. En la figura 2a, partes de los bordes 207-209 que están cubiertos por una o más de las capas 204-206 se representan con líneas discontinuas.

Como se ve en las figuras 2a y 2b, las capas 203-206 junto con el sustrato 202 constituyen una topografía de superficie 3D donde un surco 211 definido por los bordes mencionados anteriormente se estrecha hacia el punto de intersección 212 entre los bordes 207-210. Como se ve en la figura 2a, el primer ángulo  $\alpha_1$  que está entre los bordes 207 y 208 y se abre hacia el surco 211 es, cuando el artefacto se ve a lo largo de la dirección perpendicular a las capas, dentro del segundo ángulo  $\alpha_2$  que está entre los bordes 209 y 210 y se abre hacia el surco 211. Por tanto, en el artefacto ejemplar 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, el surco 211 tiene un perfil en sección transversal en forma de escalón como se ilustra en la figura 2b.

En el artefacto ejemplar 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, el punto de intersección entre los bordes 207 y 208 está, cuando se ve a lo largo de una dirección perpendicular a las capas 203-206, sustancialmente en la misma ubicación que el punto de intersección entre los bordes 209 y 210. Sin embargo, esta no es la única opción posible. También es posible, por ejemplo, que el punto de intersección entre los bordes 207 y 208 esté, visto a lo largo de una dirección perpendicular a las capas 203-206, en un lugar diferente al punto de intersección entre los bordes 209 y 210.

La figura 3a muestra una vista superior de un artefacto 301 según una realización de ejemplo y no limitante de la invención. La figura 3b muestra una vista de una sección tomada a lo largo de una línea A1-A1 mostrada en la figura 3a, y la figura 3c muestra una vista de una sección tomada a lo largo de una línea A2-A2 mostrada en la figura 3a. En la figura 3b, el plano de sección es paralelo al plano yz de un sistema de coordenadas 399. En la figura 3c, el plano de sección es paralelo al plano xz del sistema de coordenadas 399. El artefacto 301 comprende un sustrato 302 y capas 303, 304, 305 y 306 encima del sustrato. Las capas 303-304 se apilan unas sobre otras de una manera parcialmente superpuesta de modo que los bordes 307, 308, 309 y 310 de las capas 303-306 están dispuestos para cruzarse entre sí en un punto de intersección 312 como se ilustra en la figura 3a. La primera de las capas 303 está contra el sustrato 302, la segunda de las capas 304 está parcialmente contra el sustrato y parcialmente contra la capa 303, la tercera de las capas 305 está parcialmente contra la capa 303 y parcialmente contra la capa 304, y la cuarta de las capas 306 está parcialmente contra la capa 304 y parcialmente contra la capa 305. En la figura 3a, las partes de los bordes 307 y 309 que están cubiertas por una o ambas capas 304 y 306 se representan con una línea discontinua.

Como se ve en las figuras 3a-3c, las capas 303-306 junto con el sustrato 302 constituyen una topografía de superficie 3D donde un surco 311 definido por los bordes mencionados anteriormente se estrecha hacia el punto de intersección 312 entre los bordes. Como se ve en las figuras 3a y 2c, el primer ángulo  $\alpha_1$  es decir, entre los bordes 307 y 308 y se abre hacia el surco 311, cuando el artefacto 301 se ve a lo largo de la dirección perpendicular a las capas, coincide sustancialmente con el segundo ángulo  $\alpha_2$  que está entre los bordes 309 y 310 y se abre hacia el surco 311. Por lo tanto, en el artefacto de ejemplo 301 ilustrado en las figuras 3a-3c, la profundidad del surco 311 se incrementa usando más de dos capas que están parcialmente intercaladas del modo ilustrado en la figura 3b.

La figura 4a muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. La formación de imágenes puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, interferometría basada en la interferencia entre ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un objeto del que se están formando imágenes y otras ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un reflector de referencia. La interferometría basada en ondas electromagnéticas puede ser, por ejemplo, interferometría de luz blanca "WLI", interferometría de polarización de luz blanca "WLPI", interferometría de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLI" y/o interferometría de polarización de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLPI". Además, la formación de imágenes basada en radiación electromagnética puede representar una técnica de baja coherencia, una técnica confocal, una técnica de desplazamiento de fase, una técnica de formación de imágenes de elipsometría y/o una técnica de formación de imágenes por resonancia de plasmón superficial "SPRI". La interferometría basada en ondas mecánicas puede ser por ejemplo microscopía de interferencia acústica. Además, la formación de imágenes basada en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, formación de imágenes por ultrasonidos como por ejemplo microscopía de ultrasonido. La formación de imágenes que está basada tanto en radiación electromagnética como en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, formación de imágenes láser ultrasónicas en las que se utiliza un láser para excitar vibraciones mecánicas para obtener imágenes.

El método comprende las siguientes acciones:

- acción 451: producir uno o más resultados de formación de imágenes basada en las ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de un artefacto según una realización de ejemplo de la invención, teniendo el artefacto una topografía de superficie tridimensional "3D" predeterminada que comprende un surco ahusado, y

- acción 452: determinar una anchura mínima del surco ahusado que es revelada por uno o más resultados de formación de imágenes para que se cumpla un criterio predeterminado, siendo la anchura mínima determinada indicativa de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas.

El artefacto puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, tal como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c. El criterio mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, un requisito de que uno o más resultados de formación de imágenes revelen al menos una parte predeterminada de la profundidad del surco ahusado mencionado anteriormente.

La figura 4b ilustra la determinación de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. En este caso de ejemplo, el artefacto es el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c. La figura 4b muestra la vista superior del artefacto 101 y vistas de secciones tomadas a lo largo de las líneas B1-B1, B2-B2 y B3-B3 mostradas en la figura 4b. Los planos de sección correspondientes a las secciones B1-B1, B2-B2 y B3-B3 son paralelos al plano xz del sistema de coordenadas 199. En la figura 4b, la anchura del surco ahusado 111 en la sección B1-B1 se indica con W1, la anchura del surco ahusado 111 en la sección B2-B2 se indica con W2, y la anchura del surco ahusado 111 en la sección B3-B3 se indica con W3. En la figura 4b, la profundidad del surco

ahusado 111 se indica con D. Las curvas discontinuas 414a, 414b y 414c ilustran cómo aparece el surco ahusado 111 en uno o más resultados de formación de imágenes basada en las ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas del artefacto 101. La curva discontinua 414a ilustra que uno o más resultados de formación de imágenes revelan el 100% de la profundidad D del surco ahusado 111 cuando la anchura del surco ahusado es W1. La curva discontinua 414b ilustra que uno o más resultados de formación de imágenes revelan aproximadamente el 50% de la profundidad D del surco ahusado 111 cuando la anchura del surco ahusado es W2. La curva discontinua 414c ilustra que uno o más resultados de formación de imágenes revelan aproximadamente el 30% de la profundidad D del surco ahusado 111 cuando la anchura del surco ahusado es W3.

Por tanto, en un caso en el que el criterio mencionado anteriormente es un requisito para revelar al menos el 50% de la profundidad del surco ahusado, la resolución de la formación de imágenes es W2. En consecuencia, en un caso en el que el criterio mencionado anteriormente es un requisito para revelar al menos el 30% de la profundidad del surco ahusado, la resolución de la formación de imágenes es W3.

La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética y/u ondas mecánicas. La formación de imágenes puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, interferometría basada en la interferencia entre ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un objeto del que se están formando imágenes y otras ondas electromagnéticas o mecánicas reflejadas desde un reflector de referencia. La interferometría basada en ondas electromagnéticas puede ser, por ejemplo, interferometría de luz blanca "WLI", interferometría de polarización de luz blanca "WLPI", interferometría de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLI" y/o interferometría de polarización de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLPI". Además, la formación de imágenes basada en radiación electromagnética puede representar una técnica de baja coherencia, una técnica confocal, una técnica de desplazamiento de fase, una técnica de formación de imágenes de elipsometría y/o una técnica de formación de imágenes por resonancia de plasmón superficial "SPRi". La interferometría basada en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, microscopía de interferencia acústica. Además, la formación de imágenes basada en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, formación de imágenes por ultrasonidos como por ejemplo microscopía de ultrasonido. La formación de imágenes que está basada tanto en radiación electromagnética como en ondas mecánicas puede ser, por ejemplo, formación de imágenes láser-ultrasónicas en las que se utiliza un láser para excitar vibraciones mecánicas para obtener imágenes.

El método comprende las siguientes acciones:

- acción 501: producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en las primeras ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de un artefacto según una realización de ejemplo de la invención, teniendo el artefacto una topografía de superficie tridimensional "3D" predeterminada,

- acción 502: formar datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de la superficie 3D predeterminada del artefacto, y

- acción 503: corregir, con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes producidos en base a segundas ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas de una muestra de la que se van a obtener imágenes.

El artefacto puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, tal como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c.

En un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención, al menos una parte de la muestra y al menos una parte del artefacto se ubican en un campo de visión "FOV" de la formación de imágenes cuando la primera y segunda ondas electromagnéticas o mecánicas mencionadas anteriormente se reciben desde el artefacto y desde la muestra. En un método según una realización de ejemplo y no limitante de la invención, la primera y segunda ondas electromagnéticas o mecánicas se reciben simultáneamente desde el artefacto y desde la muestra.

La figura 6 muestra una ilustración esquemática de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes tridimensional "3D" basada en radiación electromagnética. El sistema comprende un artefacto 601 que puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c. El sistema comprende un dispositivo 615 de formación de imágenes para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en las primeras ondas electromagnéticas recibidas del artefacto 601 y para producir uno o más segundos resultados de formación de imágenes basada en las segundas ondas electromagnéticas recibidas de una muestra de la que se están obteniendo imágenes. La muestra no se muestra en la figura 6.

Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención comprende un equipo 616 de procesamiento para determinar la anchura mínima del surco ahusado del artefacto 601 que puede ser revelado por el uno o más primeros resultados de formación de imágenes mencionados anteriormente de modo que se cumpla un criterio pre-determinado. La anchura mínima determinada es indicativa de la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética. El criterio puede ser, por ejemplo, un requisito de que uno o más primeros

resultados de formación de imágenes sean capaces de revelar al menos una parte predeterminada de la profundidad del surco ahusado donde la profundidad se mide en la dirección z de un sistema de coordenadas. 699.

Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención comprende un equipo 617 de procesamiento para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética. El equipo 617 de procesamiento está configurado para comparar uno o más primeros resultados de formación de imágenes mencionados anteriormente con la topografía de superficie 3D conocida del artefacto 601 para deducir datos de calibración. El equipo 617 de procesamiento está configurado para corregir, con la ayuda de los datos de calibración deducidos, el uno o más segundos resultados de formación de imágenes mencionados anteriormente para que correspondan, por ejemplo, con el relieve de la superficie de la muestra de la que se están formando imágenes con suficiente precisión. Los datos de calibración pueden estar, por ejemplo, en forma de una tabla de consulta y/o una ecuación de corrección con la ayuda de la cual se pueden corregir uno o más segundos resultados de formación de imágenes.

En el sistema de ejemplo ilustrado en la figura 6, el dispositivo 615 de formación de imágenes es un interferómetro que comprende una fuente 621 de luz, un espejo 622 dicróico, un reflector 620 de referencia y un sensor 623 de formación de imágenes que puede ser, por ejemplo, un sensor "CCD" de un dispositivo de carga acoplada. Además, el dispositivo 615 de formación de imágenes comprende lentes para enfocar y colimar la luz de las formas deseadas. En los casos en los que el artefacto 601 de calibración y las muestras de las que se van a obtener imágenes están sumergidas en un líquido, por ejemplo aceite de inmersión, el dispositivo 615 de formación de imágenes comprende ventajosamente la disposición de compensación de Michelson o Linnik para compensar los errores de formación de imágenes que de otro modo serían causados por la inmersión. La formación de imágenes en la dirección z del sistema de coordenadas 699 se basa en la interferencia entre las ondas electromagnéticas reflejadas por el artefacto 601 de calibración y otras ondas electromagnéticas reflejadas por el reflector 620 de referencia. En la figura 6, la propagación de las ondas electromagnéticas reflejadas por la calibración el artefacto 601 se representa con líneas 624 y la propagación de las ondas electromagnéticas reflejadas desde el reflector 620 de referencia se representa con líneas discontinuas 625. El interferómetro puede ser, por ejemplo, un interferómetro de luz blanca "WLI", un interferómetro de polarización de luz blanca "WPLI" y/o un interferómetro de luz blanca de barrido estroboscópico "SSWLI".

El equipo 616 de procesamiento y el equipo 617 de procesamiento mostrados en la figura 6 se pueden implementar con uno o más circuitos de procesador, cada uno de los cuales puede ser un circuito de procesador programable provisto con el software apropiado, un procesador de hardware especializado tal como, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica "ASIC", o un procesador de hardware configurable tal como, por ejemplo, una matriz de puertas programable por campo "FPGA".

La figura 7 ilustra una parte de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética. En la figura 7 no se muestra un dispositivo de formación de imágenes del sistema. El dispositivo de formación de imágenes puede ser, por ejemplo, el dispositivo 615 de formación de imágenes ilustrado en la figura 6. El dispositivo de formación de imágenes está configurado para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en las primeras ondas electromagnéticas recibidas desde un artefacto 701 y uno o más segundos resultados de formación de imágenes basada en segundas ondas electromagnéticas recibidas desde una muestra 718 de la que se van a obtener imágenes. El artefacto 701 puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c. El dispositivo de formación de imágenes está configurado para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes y uno o más segundos resultados de formación de imágenes en una situación en la que el artefacto 701 y la muestra 718 están ubicados adyacentes entre sí como se ilustra en la figura 7. Por lo tanto, el artefacto 701 y la muestra 718 no necesitan moverse entre sí cuando se producen uno o más primeros resultados de formación de imágenes relacionados con el artefacto 701 y uno o más segundos resultados de formación de imágenes relacionados con la muestra 718. Como corolario, las circunstancias de producción de uno o más primeros resultados de formación de imágenes se corresponden de forma fiable con las circunstancias de producción de uno o más segundos resultados de formación de imágenes. Esto mejora la precisión cuando el uno o más primeros resultados de formación de imágenes relacionados con el artefacto 701 se utilizan para corregir el uno o más segundos resultados de formación de imágenes relacionados con la muestra 718, es decir, se mejora la precisión de calibración. En la figura 7, las ondas electromagnéticas que se propagan hacia el artefacto 701 y la muestra 718 se representan con flechas onduladas de línea de puntos y guiones, las ondas electromagnéticas reflejadas desde el artefacto 701 se representan con flechas onduladas de línea continua y las ondas electromagnéticas reflejadas desde la muestra 718 se representan con flechas onduladas de línea discontinua.

De manera ventajosa, al menos una parte de la muestra 718 y al menos una parte del artefacto 701 están ubicadas simultáneamente en el campo de visión "FOV" 719 del dispositivo de formación de imágenes. En este caso, el uno o más primeros resultados de formación de imágenes relacionados con el artefacto 701 y el uno o más segundos resultados de formación de imágenes relacionados con la muestra 718 pertenecen a una misma imagen, lo que mejora la precisión de la calibración. Este enfoque proporciona una calibración instantánea que es ventajosa especialmente en los casos en los que se construye una gran imagen cosida de modo que el campo de visión "FOV" 719 del dispositivo de formación de imágenes se esté moviendo con respecto a la muestra 718 y el artefacto 701. El sistema puede estar provisto de muchos artefactos con el fin de proporcionar una calibración adecuada en diferentes posiciones del campo de visión "FOV" 719. En el caso ilustrativo ilustrado en la figura 7, hay otro artefacto 751 y el

FOV 719 se mueve en la dirección-y positiva de un sistema de coordenadas 799. El movimiento del campo de visión se representa con una flecha 752.

La figura 8 ilustra una parte de un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética. El sistema está configurado para realizar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética para muchas muestras una por una. En la figura 8, seis de las muestras se indican con las referencias de figura 818a, 818b, 818c, 818d, 818e y 818f. Las muestras se mueven en la dirección-x positiva de un sistema de coordenadas 899 con la ayuda de un dispositivo 850 de transporte. En este caso ejemplar, el dispositivo 850 de transporte es una cinta transportadora. Sin embargo, esta no es la única opción posible. Por ejemplo, también es posible utilizar una mesa giratoria para mover las muestras de modo que cada una de las muestras esté a su vez en el campo de visión "FOV" 819 de un dispositivo de formación de imágenes del sistema. En la figura 8 no se muestra el dispositivo de formación de imágenes. El dispositivo de formación de imágenes puede ser, por ejemplo, el dispositivo 615 de formación de imágenes ilustrado en la figura 6. En la situación de ejemplo que se muestra en la figura 8, la muestra 818d está en el campo de visión "FOV" 819. El sistema comprende un artefacto 801 que también está en el campo de visión "FOV" 819 del dispositivo de formación de imágenes. Como la muestra que se está considerando y el artefacto 801 pertenecen a la misma imagen, se pueden lograr imágenes precisas. El artefacto 801 puede ser, por ejemplo pero no necesariamente, como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c.

Las figuras 6, 7 y 8 ilustran sistemas de ejemplo para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética. De manera correspondiente, un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en ondas mecánicas comprende:

- un artefacto según una realización de la invención y que tiene una topografía de superficie 3D predeterminada que comprende un surco ahusado, y

- un dispositivo de formación de imágenes para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en primeras ondas mecánicas recibidas desde el artefacto y para producir uno o más segundos resultados de formación de imágenes basada en segundas ondas mecánicas recibidas desde una muestra de la que se van a obtener imágenes.

El artefacto puede ser, por ejemplo, pero no necesariamente, tal como el artefacto 101 ilustrado en las figuras 1a-1c, o el artefacto 201 ilustrado en las figuras 2a y 2b, o el artefacto 301 ilustrado en las figuras 3a-3c. El dispositivo de formación de imágenes puede ser, por ejemplo, un dispositivo de formación de imágenes por ultrasonidos, por ejemplo un microscopio de ultrasonido. Además, el dispositivo de formación de imágenes puede ser, por ejemplo, interferómetro basado en ondas mecánicas, por ejemplo un microscopio de interferencia acústica.

Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en ondas mecánicas comprende un equipo de procesamiento para determinar una anchura mínima del surco ahusado que es revelada por uno o más primeros resultados de formación de imágenes de modo que se cumpla un criterio predeterminado, donde la anchura mínima determinada es indicativa de la resolución de la formación de imágenes. El criterio predeterminado puede ser, por ejemplo, un requisito de que uno o más resultados de formación de imágenes revelen al menos una parte predeterminada de una profundidad del surco ahusado.

Un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en ondas mecánicas comprende equipos de procesamiento para:

- formar datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de superficie tridimensional predeterminada del artefacto, y

- corregir, con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes.

En un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en ondas mecánicas, el dispositivo de formación de imágenes está configurado para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes y para producir uno o más segundos resultados de formación de imágenes en una situación en donde al menos una parte de la muestra y al menos una parte del artefacto están ubicadas en un campo de visión de la formación de imágenes.

En un sistema según una realización de ejemplo y no limitante de la invención para la formación de imágenes basada en ondas mecánicas, el dispositivo de formación de imágenes está configurado para recibir la primera y la segunda ondas mecánicas simultáneamente desde el artefacto y desde la muestra.

Los ejemplos específicos no limitantes proporcionados en la descripción dada anteriormente no deben interpretarse como limitantes del alcance y/o la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. Además, cualquier lista o grupo de ejemplos presentados en este documento no es exhaustivo a menos que se indique explícitamente lo contrario.

# REIVINDICACIONES

1. Un artefacto (101, 201, 301, 601, 701) para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética, ondas mecánicas o tanto radiación electromagnética como ondas mecánicas, comprendiendo el artefacto:
  - 5 - un sustrato (102, 202, 302), y
  - capas (103, 104, 203-206, 303-306) encima del sustrato, caracterizado por que las capas comprenden material orgánico,y al menos dos de las capas están apiladas una sobre otra de una manera parcialmente superpuesta de modo que un borde (107, 207) de una primera de las capas está dispuesto para cruzarse con un borde (108, 208) de una segunda de las capas, constituyendo las capas una topografía de superficie tridimensional donde, cuando el artefacto se ve a lo largo de una dirección perpendicular a las capas, un surco (111, 211, 311) definido por los bordes de la primera y la segunda de las capas se ahúsa hacia un punto de intersección (112, 212, 312) entre los bordes.
- 10 2. Un artefacto según la reivindicación 1, en donde cada una de las capas es una película de Langmuir-Blodgett.
3. Un artefacto de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el sustrato está hecho de sustrato de grafito pirolítico altamente ordenado.
- 15 4. Un artefacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la primera de las capas está sobre el sustrato en contacto con el sustrato, la segunda de las capas está parcialmente encima del sustrato en contacto con el sustrato y parcialmente sobre la primera de las capas en contacto con la primera de las capas, y un ángulo ( $\alpha_1$ ) entre los bordes y la abertura hacia el surco (111) está en el intervalo de 5 grados a 90 grados.
- 20 5. Un artefacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde la primera de las capas (203, 303) está encima del sustrato en contacto con el sustrato, la segunda de las capas (204, 304) está parcialmente encima del sustrato en contacto con el sustrato y parcialmente sobre la primera de las capas en contacto con la primera de las capas, una tercera de las capas (205, 305) está parcialmente sobre la primera de las capas en contacto con la primera de las capas y parcialmente sobre la segunda de las capas en contacto con la segunda de las capas, y una cuarta de las capas (206, 306) está parcialmente sobre la segunda de las capas en contacto con la segunda de las capas y parcialmente contra la tercera de las capas en contacto con la tercera de las capas.
- 25 6. Un artefacto según la reivindicación 5, en donde un primer ángulo ( $\alpha_1$ ) entre los bordes (207, 208) de la primera y segunda de las capas y la abertura hacia el surco (211) está, cuando el artefacto se ve en la dirección perpendicular a las capas, dentro de un segundo ángulo ( $\alpha_2$ ) entre los bordes (209, 210) de la tercera y cuarta de las capas y abriéndose hacia el surco (211).
- 30 7. Un artefacto según la reivindicación 5 o 6, en donde el punto de intersección (212, 312) entre los bordes (207, 208, 307, 308) de la primera y segunda de las capas está, cuando el artefacto se ve a lo largo de la dirección perpendicular a las capas, sustancialmente en la misma ubicación que un punto de intersección entre los bordes (209, 210, 309, 310) de la tercera y cuarta de las capas.
- 35 8. Un artefacto según la reivindicación 5, en donde un primer ángulo ( $\alpha_1$ ) entre los bordes (307, 308) de la primera y segunda de las capas y la abertura hacia el surco (311), cuando el artefacto se ve en la dirección perpendicular a las capas, coincide sustancialmente con un segundo ángulo ( $\alpha_2$ ) entre los bordes (309, 310) de la tercera y cuarta de las capas y abriéndose hacia el surco (311).
9. Un método para determinar la resolución de la formación de imágenes basada en radiación electromagnética, ondas mecánicas o tanto radiación electromagnética como ondas mecánicas, comprendiendo el método:
  - 40 - producir (451) uno o más resultados de formación de imágenes basada en ondas electromagnéticas o mecánicas recibidos desde un artefacto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, teniendo el artefacto una topografía de superficie tridimensional predeterminada que comprende un surco ahusado, y
  - determinar (452) una anchura mínima del surco ahusado que es revelada por uno o más resultados de formación de imágenes de modo que se cumpla un criterio predeterminado, siendo la anchura mínima determinada indicativa de la resolución de la formación de imágenes.
- 45 10. Un método según la reivindicación 9, en donde el criterio predeterminado es que uno o más resultados de formación de imágenes revelen al menos una parte predeterminada de la profundidad del surco ahusado.
11. Un método para calibrar la formación de imágenes basada en radiación electromagnética, ondas mecánicas o tanto radiación electromagnética como ondas mecánicas, comprendiendo el método:
- 50

- producir (501) uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en primeras ondas electromagnéticas o mecánicas recibidos desde un artefacto según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, teniendo el artefacto una topografía de superficie tridimensional predeterminada,
  - formar (502) datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de superficie tridimensional predeterminada del artefacto, y
  - corregir (503), con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes producidos en base a segundas ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas desde una muestra de la que se van a obtener imágenes.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde al menos una parte de la muestra y al menos una parte del artefacto están ubicadas en un campo de visión de la formación de imágenes cuando la primera y la segunda ondas electromagnéticas o mecánicas se reciben desde el artefacto y desde la muestra.
13. Un método según la reivindicación 12, en donde la primera y la segunda ondas electromagnéticas o mecánicas se reciben simultáneamente desde el artefacto y desde la muestra.
14. Un sistema para la formación de imágenes basada en radiación electromagnética, ondas mecánicas o tanto radiación electromagnética como ondas mecánicas, comprendiendo el sistema:
- un artefacto (601, 701, 801) según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, teniendo el artefacto una topografía de superficie tridimensional predeterminada que comprende un surco ahusado, y
  - un dispositivo (615) de formación de imágenes para producir uno o más primeros resultados de formación de imágenes basada en primeras ondas electromagnéticas o mecánicas recibidas del artefacto y para producir uno o más segundos resultados de formación de imágenes basada en segundas ondas electromagnéticas o mecánicas recibidos desde una muestra (718, 818a-818f) de la que se van a obtener imágenes.
15. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el sistema comprende un equipo de procesamiento (617) para:
- formar datos de calibración basados en uno o más primeros resultados de formación de imágenes y la topografía de superficie tridimensional predeterminada del artefacto, y
  - corregir, con la ayuda de los datos de calibración, uno o más segundos resultados de formación de imágenes.

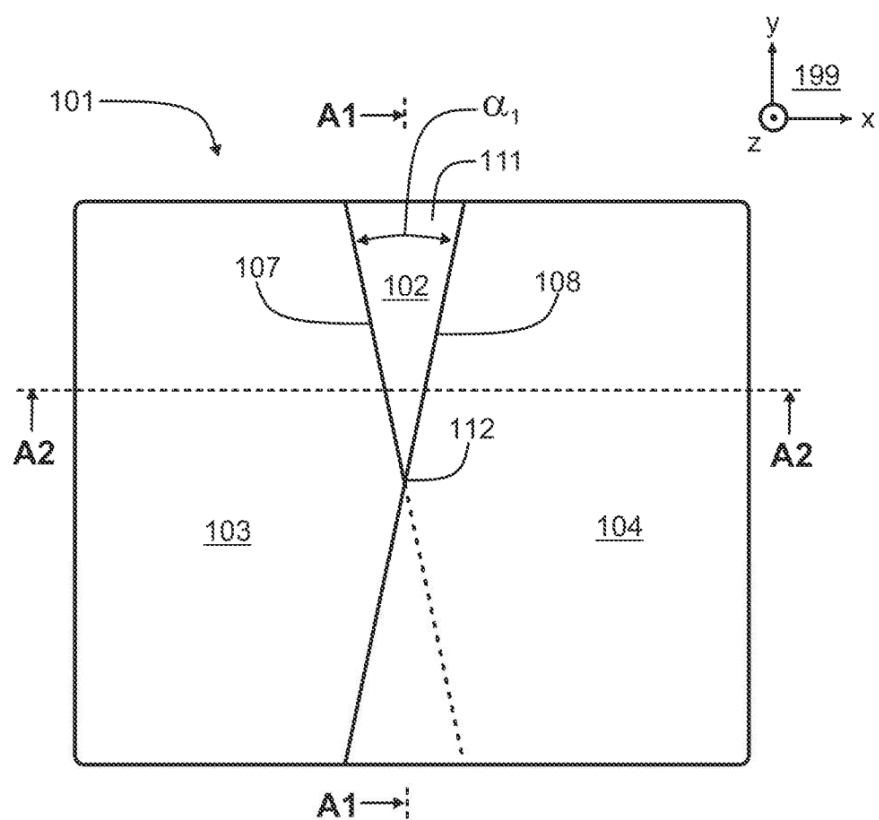


Figura 1a

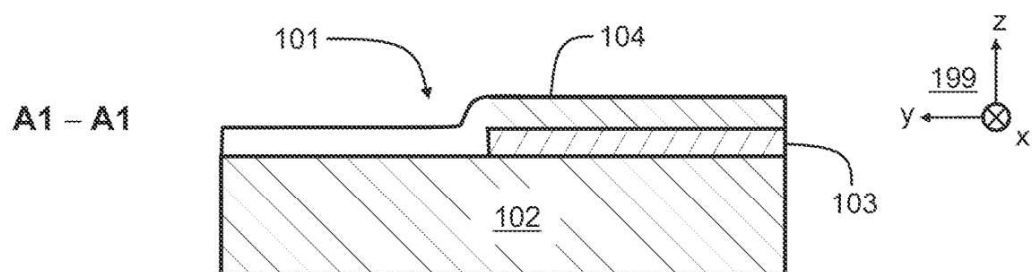


Figura 1b

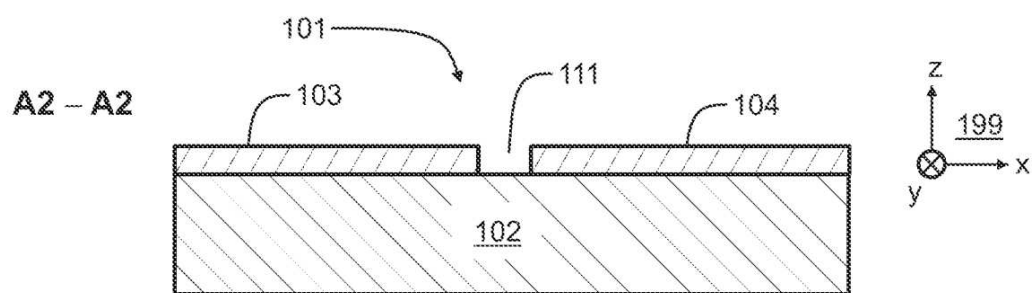


Figura 1c

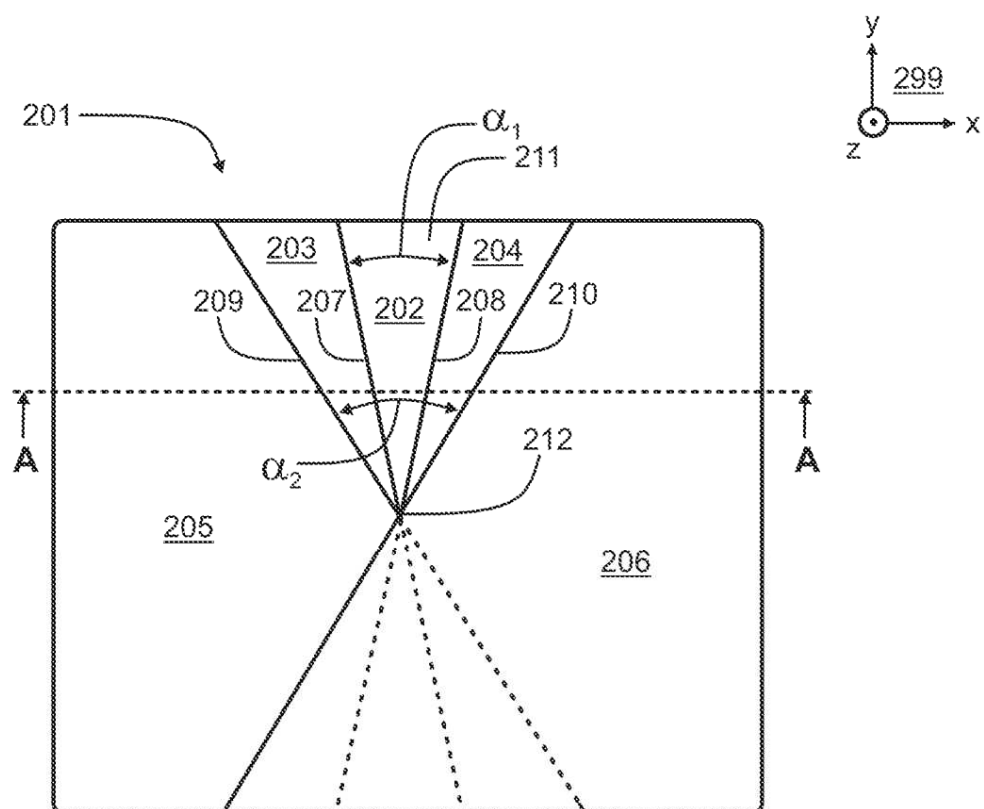


Figura 2a

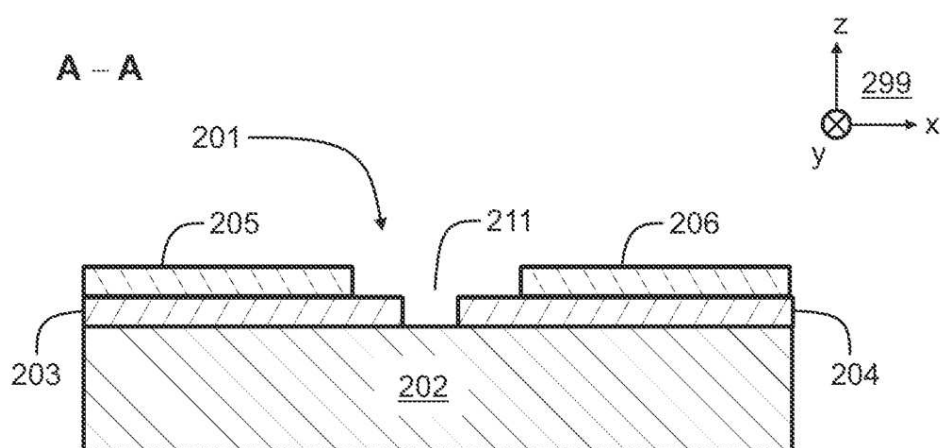


Figura 2b

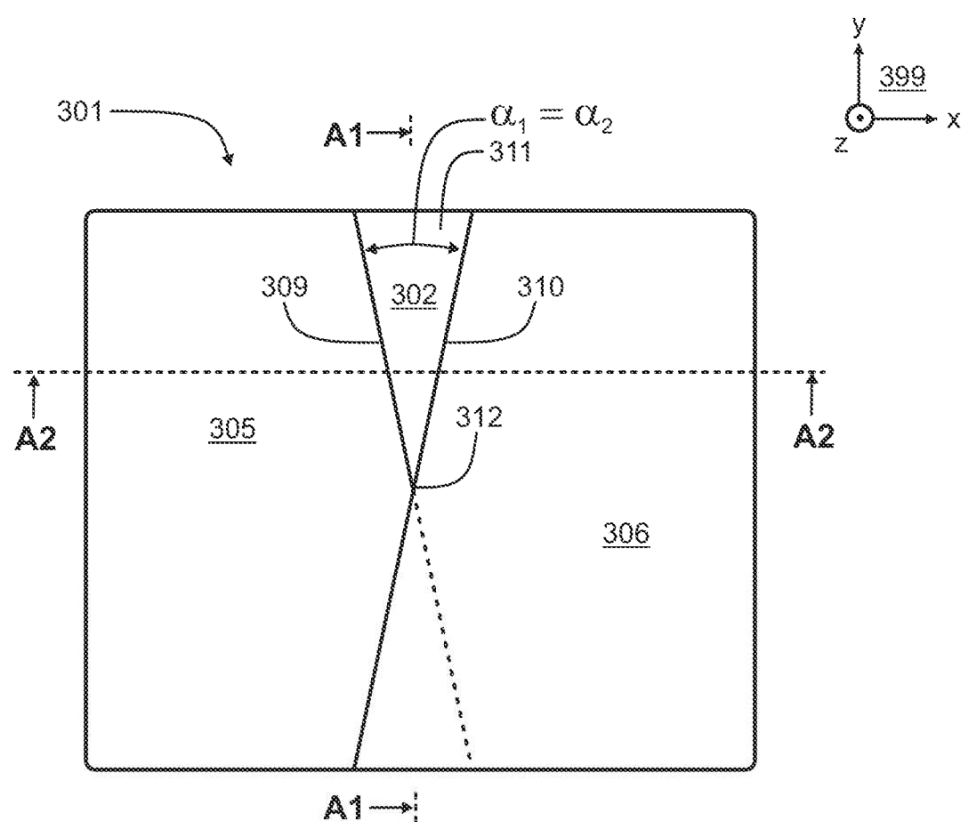


Figura 3a

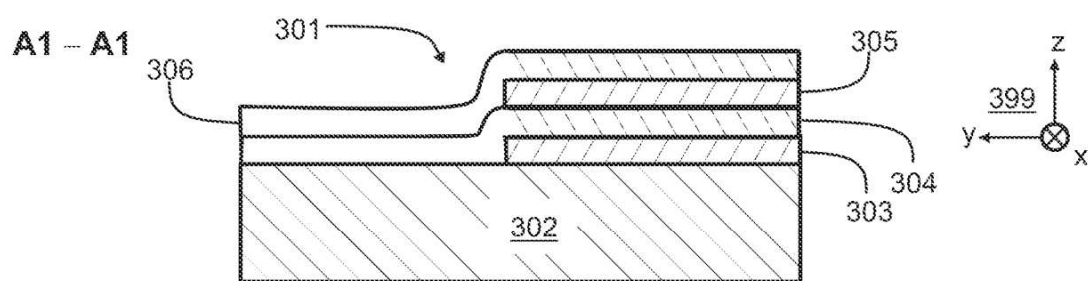


Figura 3b

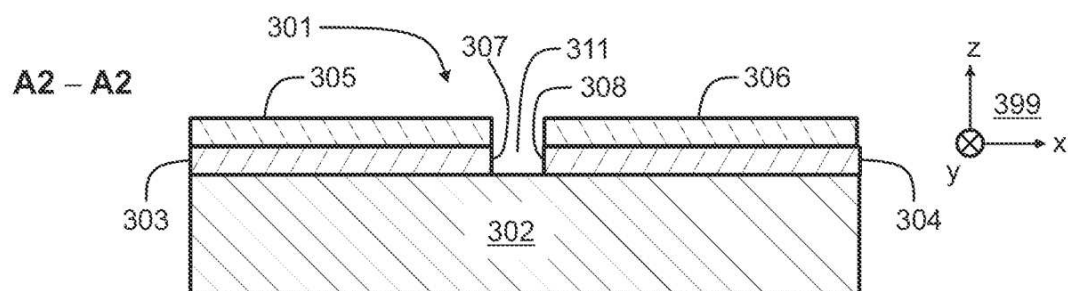


Figura 3c

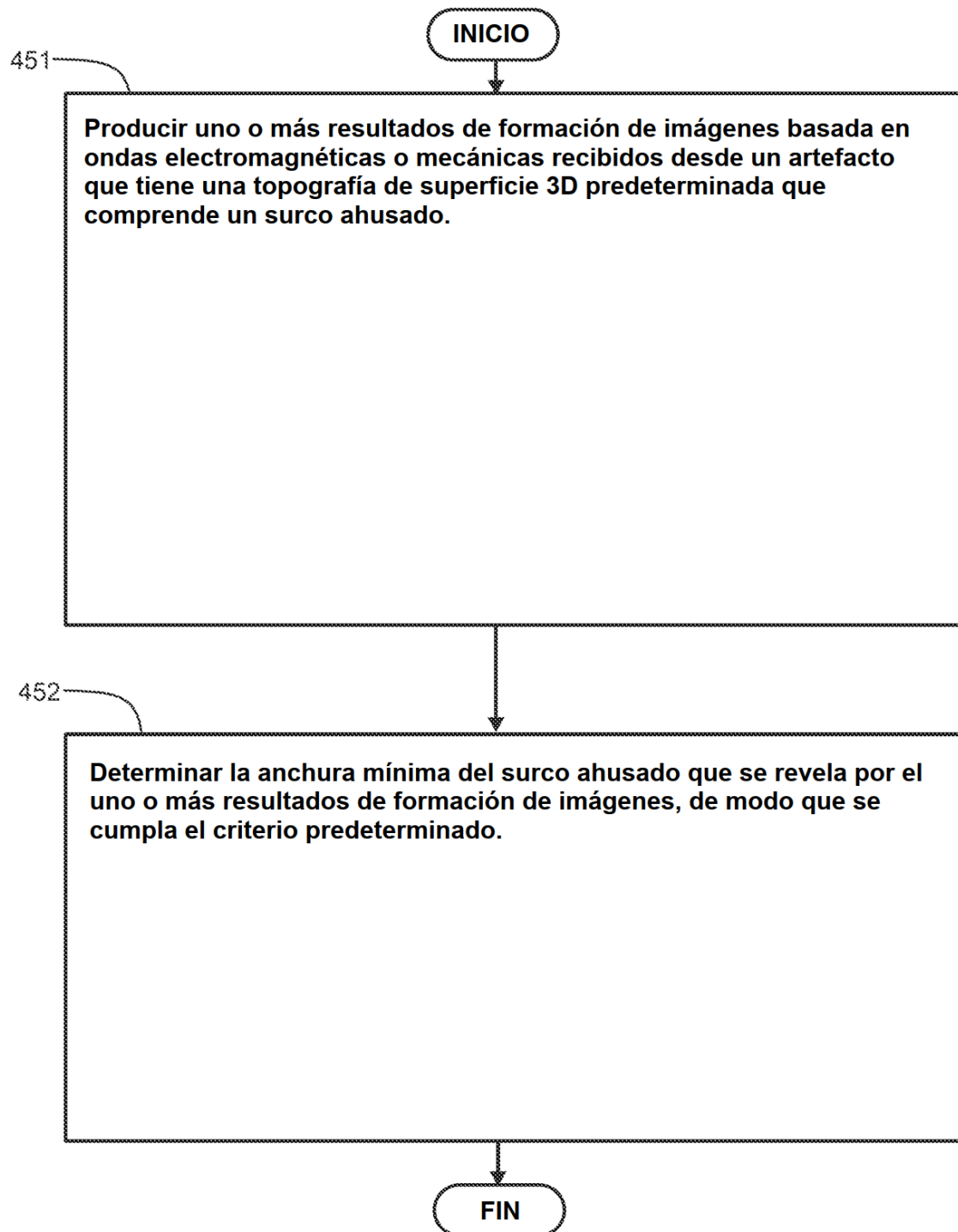


Figura 4a

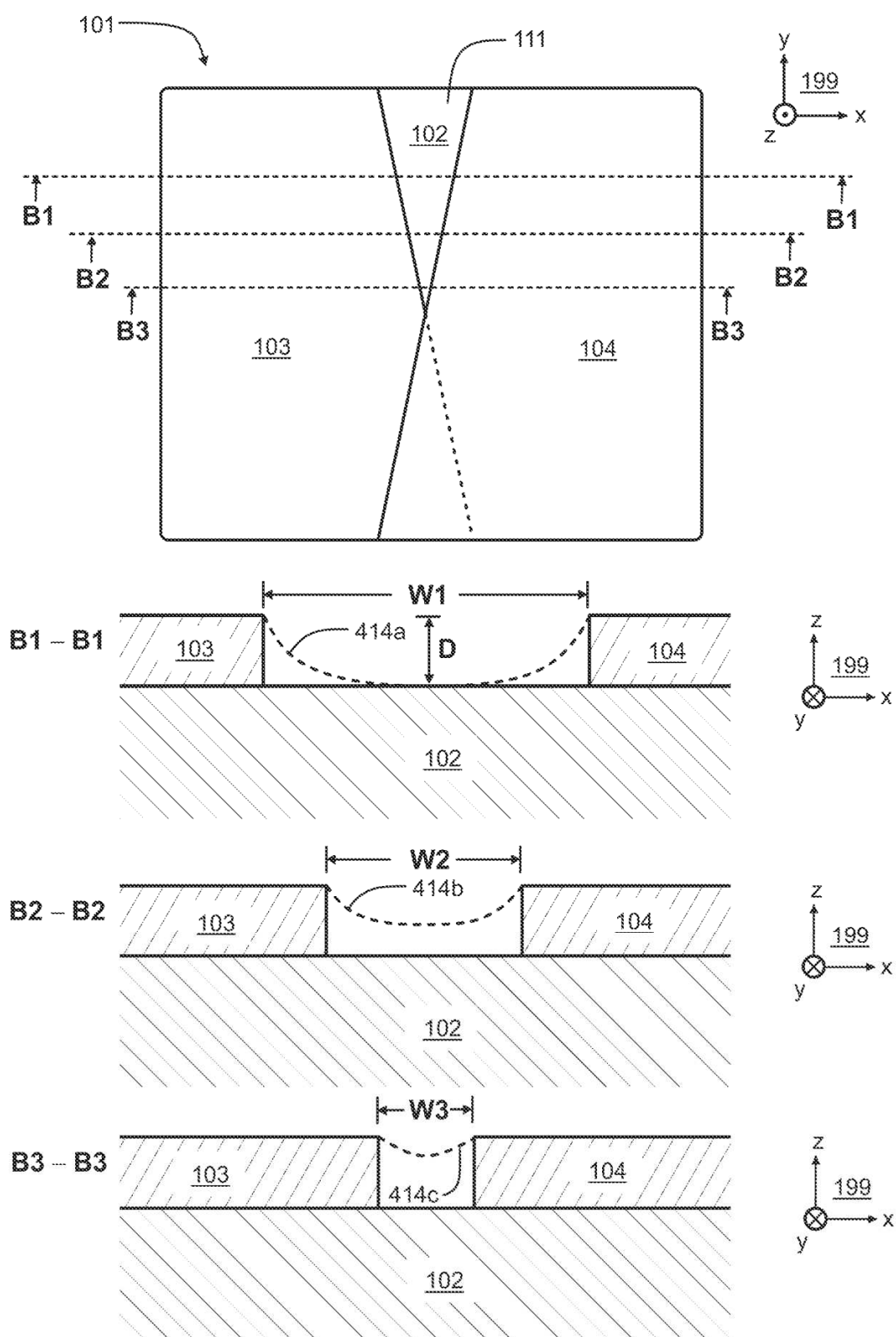


Figure 4b

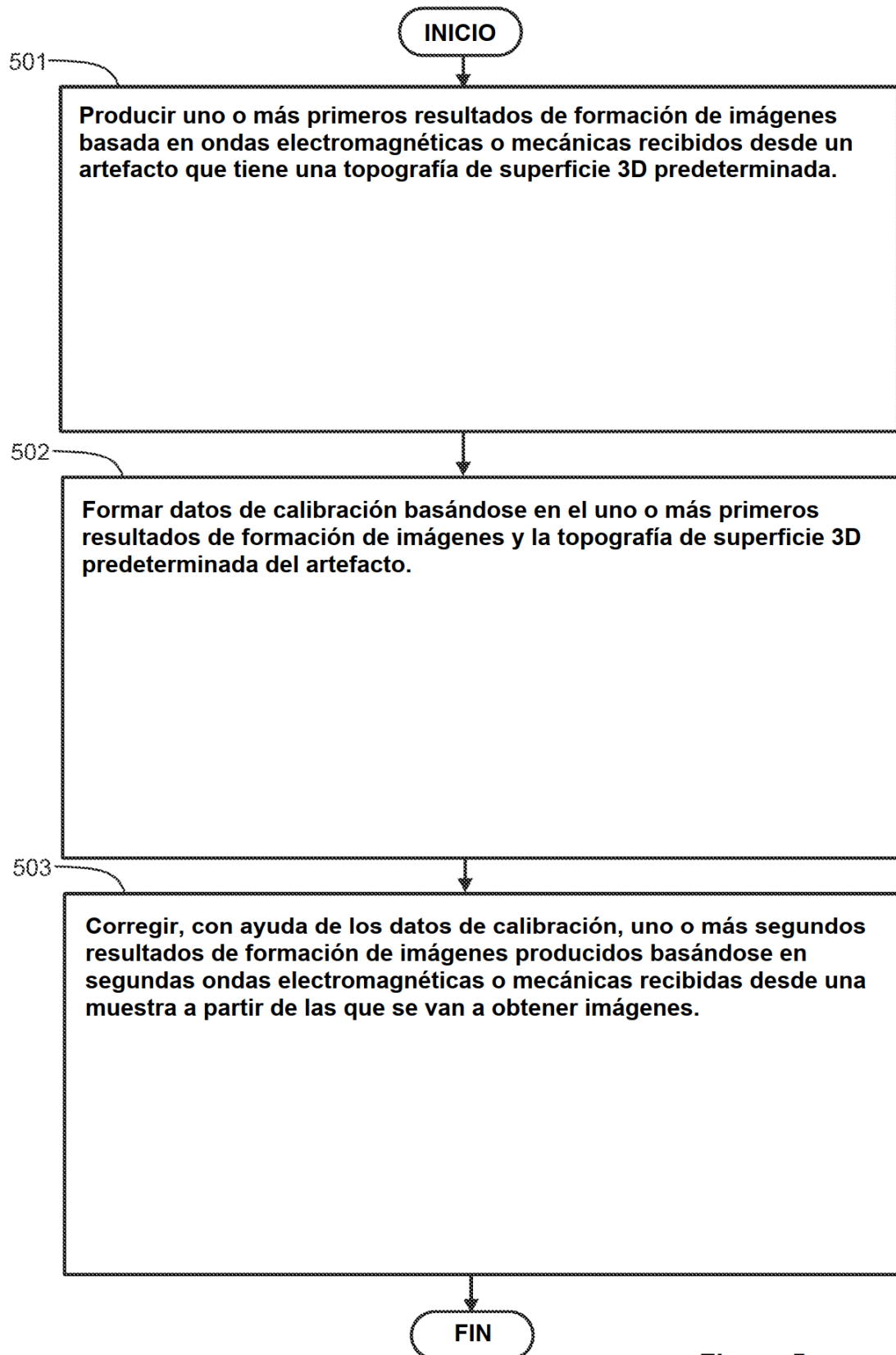


Figura 5

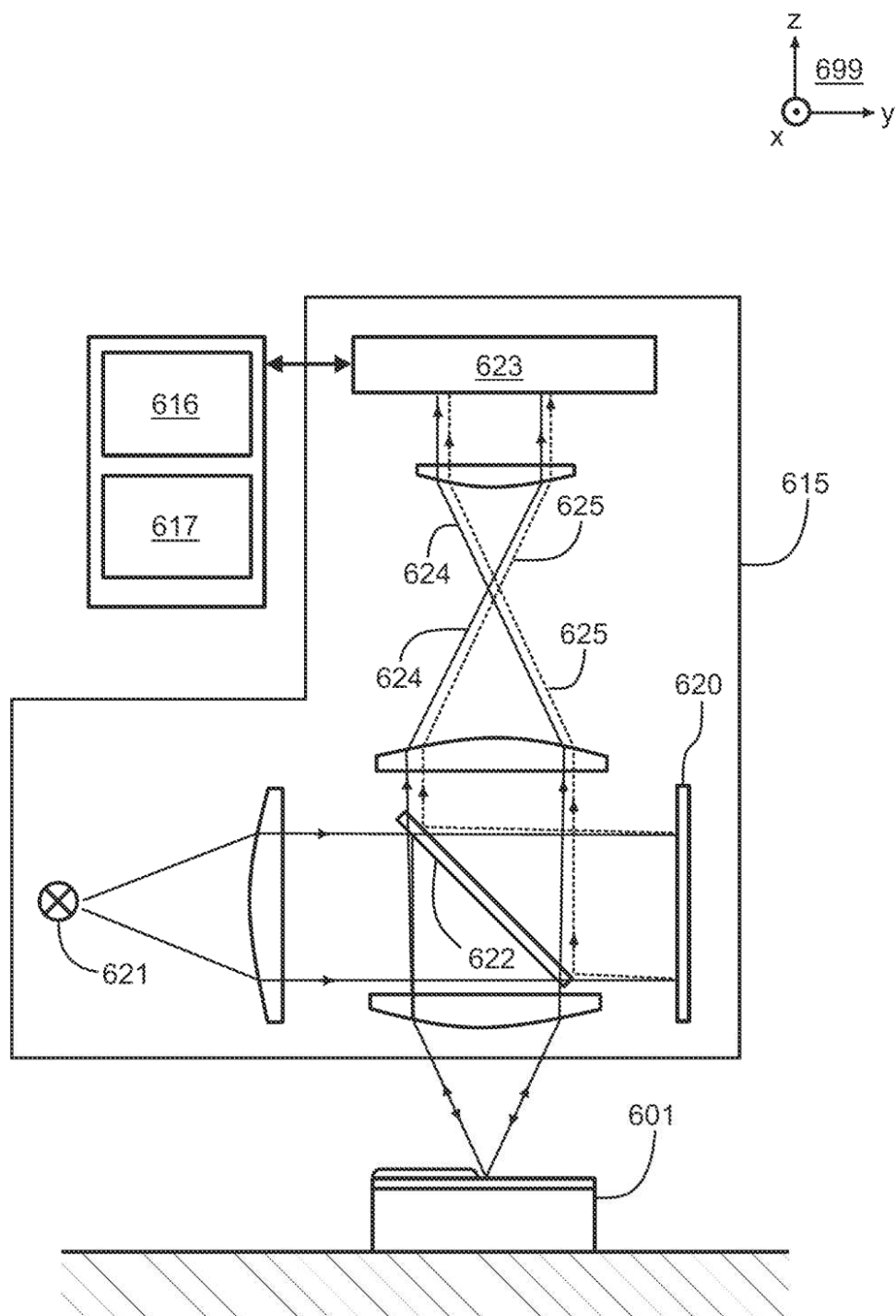
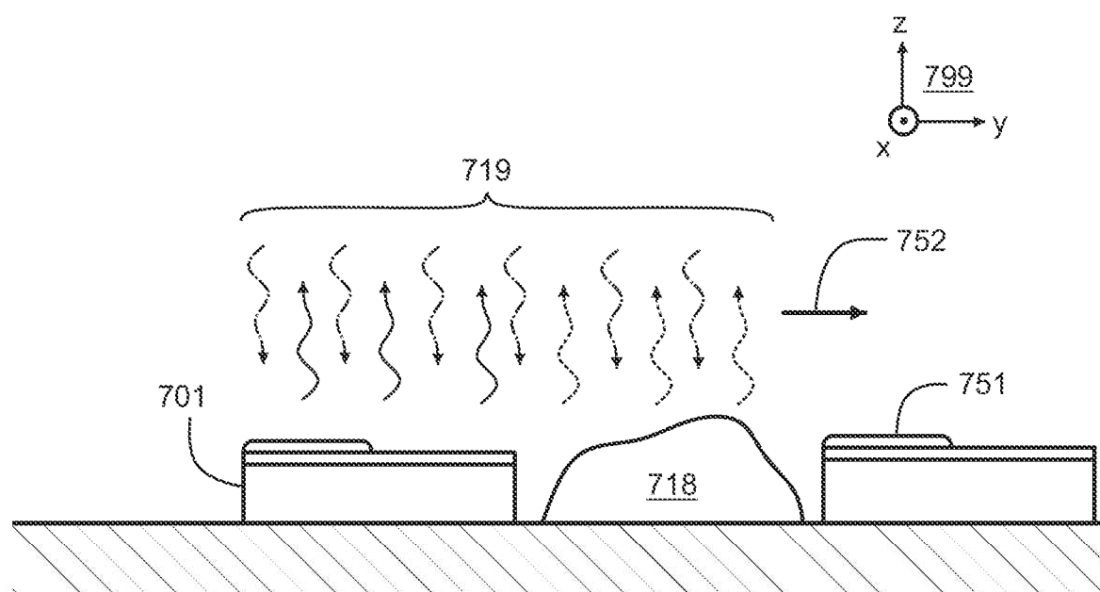
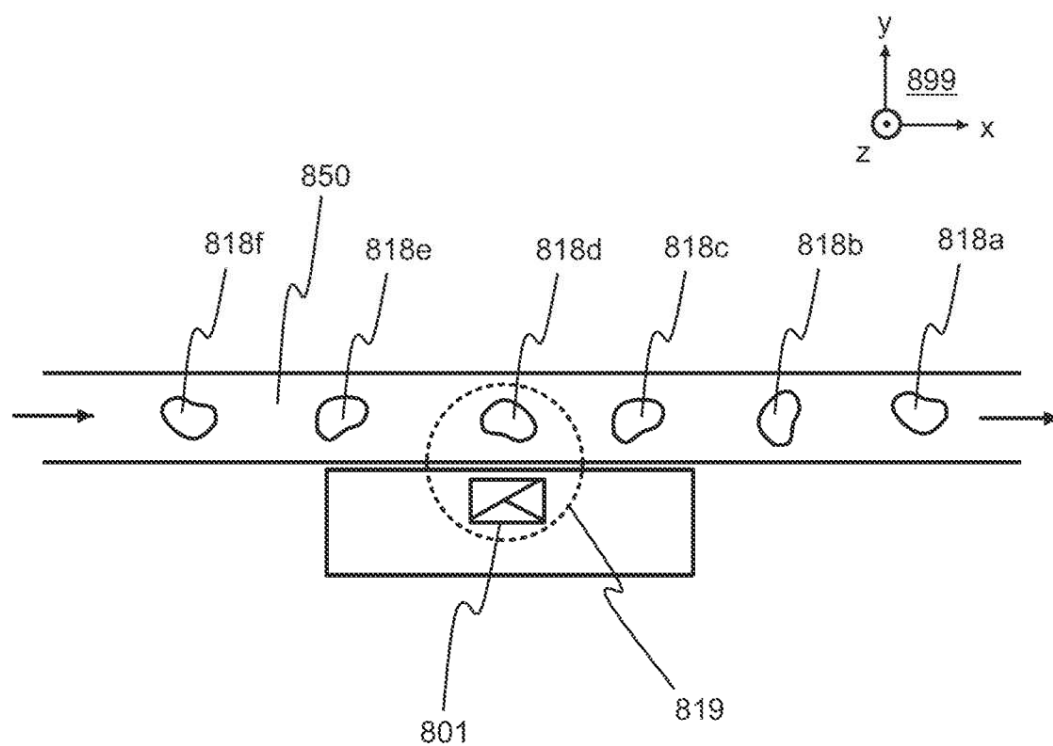


Figura 6



**Figura 7**



**Figura 8**