

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 071**

51 Int. Cl.:

G02B 21/00 (2006.01)

G02B 21/06 (2006.01)

G02B 26/08 (2006.01)

G02B 27/42 (2006.01)

G02B 21/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2019 E 19198050 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024 EP 3627206**

54 Título: **Iluminación estructurada de una muestra**

30 Prioridad:

19.09.2018 US 201862733330 P
21.12.2018 NL 2022286

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.11.2024

73 Titular/es:

ILLUMINA, INC. (100.0%)
5200 Illumina Way
San Diego, CA 92122, US

72 Inventor/es:

HONG, STANLEY S.;
MCGUIGAN, WILLIAM y
DEWITT IV, FRANK

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 986 071 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

Iluminación estructurada de una muestra

5 **Antecedentes**

Se ha usado la microscopía de iluminación estructurada (SIM) para aumentar la resolución de las imágenes obtenidas de una muestra. La SIM utiliza varias imágenes de una muestra con diferentes patrones de franjas para que diferentes ubicaciones de la muestra queden expuestas a una variedad de intensidades de iluminación. En algunos casos, el procedimiento se puede repetir girando la orientación del patrón alrededor del eje óptico en ángulos separados. Las imágenes capturadas se pueden ensamblar en una única imagen que tenga un ancho de banda de frecuencia espacial extendido, que se puede retransformar en espacio real para generar una imagen que tenga una resolución más alta que la capturada por un microscopio convencional. Los enfoques existentes para SIM pueden tener una o más características que aumentan la complejidad, el tamaño, el costo de fabricación y/o el costo de operación del sistema. Los aparatos de iluminación que se usan o pueden usarse en sistemas SIM se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos JPS6068314, WO20140440800 y DE102012017917.

Resumen

En un primer aspecto, se proporciona un sistema según la reivindicación 1, que incluye: una fuente de luz; una primera rejilla y una segunda rejilla; y al menos un componente reflectante posicionable selectivamente en una primera posición en la que forma una primera trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la primera rejilla y posteriormente a un componente posterior en el sistema, y en una segunda posición en la que forma una segunda trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla y posteriormente hasta el componente posterior.

El componente reflectante incluye un espejo giratorio que adopta las primera o segunda posiciones. El espejo giratorio tiene dos caras y comprende un miembro alargado, y en donde un eje está acoplado al miembro alargado sustancialmente en un centro del miembro alargado. Las implementaciones pueden incluir además cualquiera o todas las siguientes características. El eje está desplazado desde y sustancialmente paralelo a un plano definido por las primera y segunda trayectorias de luz. Cuando el espejo giratorio adopta la primera posición, un primer extremo del miembro alargado interrumpe una primera trayectoria que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla y refleja la primera luz que se origina en la fuente de luz hacia la primera rejilla. Cuando el espejo giratorio adopta la primera posición, un segundo extremo del miembro alargado no interrumpe una segunda trayectoria desde la primera rejilla hasta el componente posterior. Cuando el espejo giratorio adopta la segunda posición, un segundo extremo del miembro alargado interrumpe una segunda trayectoria desde la segunda rejilla y refleja la segunda luz desde la segunda rejilla hacia el componente posterior. Cuando el espejo giratorio adopta la segunda posición, el primer extremo del miembro alargado no interrumpe la primera trayectoria que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla. Las primera y segunda rejillas están orientadas de modo que sus respectivas normales sean sustancialmente antiparalelas entre sí y en donde el eje está sustancialmente alineado con las normales. El espejo giratorio oscila entre la primera y segunda posiciones. El siguiente componente es un selector de fase. El sistema comprende además un selector de fase colocado entre la fuente de luz y el componente reflectante. El selector de fase está en una posición fija con respecto a la fuente de luz.

En un aspecto adicional, el sistema descrito anteriormente forma el subsistema óptico de un dispositivo de microscopía de iluminación estructurada.

En un aspecto adicional, se proporciona un método según la reivindicación 11 e incluye: colocar al menos un componente reflectante para definir una primera trayectoria de luz que se origina en una fuente de luz y se extiende hasta una primera rejilla y posteriormente hasta un componente posterior; dirigir una primera luz con selección de fase desde la primera trayectoria de luz hacia una muestra; colocar el al menos un componente reflectante para definir una segunda trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta una segunda rejilla y posteriormente hasta el componente posterior; y dirigir la segunda luz con selección de fase desde la segunda trayectoria de luz hacia la muestra.

Las implementaciones pueden incluir cualquiera o todas las siguientes características. Colocar el al menos un componente reflectante para definir la primera trayectoria de luz comprende interrumpir una primera trayectoria que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla y dirigir la primera luz hacia la primera rejilla, sin interrumpir al mismo tiempo una segunda trayectoria desde la primera rejilla hasta el componente posterior. Colocar el al menos un componente reflectante para definir la segunda trayectoria de luz comprende interrumpir una tercera trayectoria desde la segunda rejilla y dirigir la segunda luz desde la segunda rejilla hacia el componente posterior, sin interrumpir la primera trayectoria.

En realizaciones, las rejillas son sustancialmente paralelas, o paralelas, ajustadas entre sí y el espejo está orientado aproximadamente a 45°, o 45°, con respecto a los planos de espejo.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de ejemplo que puede facilitar la microscopía de iluminación estructurada (SIM) y en el que se coloca un selector de fase después de un componente reflectante.
- La Figura 2 muestra un ejemplo de un sistema de rejilla giratoria en línea (RIGS) que tiene un espejo giratorio según las reivindicaciones adjuntas, que puede implementarse como parte del sistema de la Figura 1.
- 10 La Figura 3A es una vista superior del sistema de la Figura 2 que muestra el espejo giratorio en una primera posición.
- La Figura 3B es una vista detallada en perspectiva del espejo giratorio en la primera posición mostrada en la Figura 3A.
- La Figura 4A es una vista superior del sistema de la Figura 2 que muestra el espejo giratorio en una segunda posición.
- 15 La Figura 4B es una vista detallada en perspectiva del espejo giratorio en la segunda posición mostrada en la Figura 4A.
- La Figura 5 es una vista esquemática de un sistema alternativo no según la invención que tiene uno o más espejos que pueden implementarse como parte del sistema de la Figura 1 para facilitar la SIM.
- 20 La Figura 6 es una vista esquemática de un sistema de ejemplo alternativo no según la invención que tiene un espejo trasladable que puede implementarse como parte del sistema de la Figura 1.
- Las Figuras 7A-B muestran esquemáticamente un ejemplo de espejos de traslación vertical que pueden implementarse como parte del sistema en la Figura 6.
- 25 Las Figuras 8A-B muestran esquemáticamente un ejemplo de espejos de traslación horizontal que pueden implementarse como parte del sistema en la Figura 6.
- 30 La Figura 9 es una vista esquemática de un sistema alternativo no según la invención que tiene un prisma giratorio que puede implementarse como parte del sistema de la Figura 1.
- La Figura 10 muestra un ejemplo de un método que se puede usar para colocar uno o más componentes reflectantes para realizar la SIM.
- 35 La Figura 11 es una vista esquemática de un sistema de ejemplo que puede facilitar la SIM y en el que se coloca un selector de fase antes de un componente reflectante.
- La Figura 12 es una vista esquemática de un sistema de ejemplo que puede usarse para análisis biológico y/o químico; el sistema de la Figura 1 puede ser parte del sistema de la Figura 12.
- 40 La Figura 13 muestra un ejemplo de un sistema según la reivindicación 1.

Descripción detallada

- 45 Este documento describe ejemplos de sistemas y técnicas que pueden proporcionar iluminación estructurada, incluyendo, aunque no de forma limitativa, facilitando la microscopía de iluminación estructurada (SIM). Tales sistemas/técnicas pueden proporcionar una o más ventajas sobre los enfoques existentes, por ejemplo, como se describirá a continuación.
- 50 Se puede realizar obtención de imágenes (por ejemplo, usando SIM) para analizar una muestra de cualquiera de varios materiales. En algunas implementaciones, se puede realizar obtención de imágenes de SIM u otro tipo de obtención de imágenes como parte de un análisis biológico o químico, tal como un proceso de secuenciación de material genético. En un ejemplo, el proceso puede ser un proceso de secuenciación de ADN, por ejemplo, secuenciación por síntesis o secuenciación de próxima generación (también conocida como secuenciación de alto rendimiento). En otro ejemplo, el proceso puede usarse para permitir el genotipado. Como sabrá un experto en la técnica, la genotipificación implica determinar diferencias en la composición genética (genotipo) de un individuo examinando la secuencia de ADN del individuo usando ensayos biológicos y comparándola con la secuencia de otro individuo o una secuencia de referencia. Tales procesos pueden implicar la obtención de imágenes fluorescentes, donde una muestra de material genético se somete a luz (por ejemplo, un haz de láser) para desencadenar una respuesta fluorescente mediante uno o más marcadores en el material genético. Algunos nucleótidos pueden tener etiquetas fluorescentes asociadas con el nucleótido para que emitan fluorescencia en respuesta a la exposición a la fuente de energía. Puede usarse una longitud de onda de la respuesta fluorescente para determinar la presencia de un nucleótido correspondiente. Las respuestas fluorescentes se pueden detectar durante el transcurso del proceso de secuenciación y usarse para crear un registro de nucleótidos en la muestra.
- 60
- 65

La obtención de imágenes de SIM se basa en luz estructurada espacialmente. Por ejemplo, la estructura puede consistir en o incluir un patrón en la luz de iluminación que ayude a aumentar la resolución de la imagen obtenida o las imágenes obtenidas. En algunas implementaciones, la estructura puede incluir patrones de franjas. Se pueden generar franjas de luz incidiendo un haz de luz sobre una rejilla de difracción (denominada rejilla por simplicidad) de modo que se produzca difracción reflectante o transmisiva. La luz estructurada puede incidir sobre la muestra, iluminando la muestra según las franjas respectivas que pueden ocurrir según cierta periodicidad. Por ejemplo, se pueden adquirir imágenes de la muestra en diferentes fases de las franjas en la luz estructurada, a veces denominadas fases de patrón respectivas de las imágenes. Esto puede permitir que varias ubicaciones de la muestra queden expuestas a una multitud de intensidades de iluminación. El patrón de la luz estructurada se puede girar con respecto a la muestra y las imágenes que se acaban de mencionar se pueden capturar para cada uno de los ángulos de rotación.

Se pueden usar diferentes tipos de rejillas en diversas implementaciones. La rejilla o rejillas pueden incluir una o más formas de estructura periódica. En algunas implementaciones, las rejillas se pueden formar eliminando u omitiendo material físico de un sustrato. En otras implementaciones, se pueden implementar filtros ópticos u otros materiales no físicos para que formen las rejillas. Por ejemplo, el sustrato puede estar provisto de un conjunto de hendiduras y/o ranuras para formar la rejilla. En algunas implementaciones, la rejilla se puede formar añadiendo material al sustrato. Por ejemplo, se pueden formar estructuras periódicamente separadas sobre el sustrato mediante el mismo material o uno diferente.

Con un sistema SIM, puede ser preferible que el sistema sea capaz de procesar muestras rápidamente para facilitar un alto rendimiento. La obtención de imágenes de SIM más rápida puede permitir un mayor rendimiento del sistema de análisis. Es decir, se pueden obtener imágenes de más muestras químicas o biológicas durante el mismo período de tiempo. Para un alto rendimiento, el sistema puede iluminar un área relativamente grande de la muestra con franjas de alto contraste y/o cambiar rápidamente entre orientaciones de franjas. Para que un sistema de este tipo alcance un alto rendimiento, la obtención de imágenes debe ser por lo tanto altamente repetible y fiable. Una potencia óptica elevada puede resultar útil para mantener los tiempos de exposición relativamente cortos. Como tal, una buena eficiencia óptica y una fuente de luz potente pueden resultar útiles para lograr una potencia óptica elevada.

En algunos sistemas SIM que proyectan franjas de alto contraste, se puede usar una fuente de luz coherente. En tales sistemas, un láser monomodo puede ser una fuente de luz coherente tal, pero puede tener un coste prohibitivo en el contexto del tipo de análisis que se realiza y/o la cantidad de energía requerida. Es posible que otros tipos de fuentes de luz, tal como un diodo emisor de luz (LED) o una lámpara de arco, no proporcionen suficiente coherencia para la solicitud. Por lo tanto, un láser multimodo puede ser un candidato viable como fuente de luz coherente, pero está asociado con la característica de tener patrones multimodo espectrales. Para lograr la uniformidad deseada con un láser multimodo, se puede codificar el modo de la salida del láser multimodo. Sin embargo, el uso de láseres multimodo con modos codificados puede dar como resultado que múltiples fuentes de luz exciten selectivamente múltiples rejillas a menos que se use un interruptor óptico, lo que puede aumentar el costo y la complejidad del sistema óptico. Además, el uso de láseres multimodo con modos codificados también puede dar como resultado la dependencia de un sistema de lentes de relé para obtener bloqueo de orden cero para una frecuencia de franja y un contraste de modulación deseados.

En la presente memoria se describen implementaciones de sistemas de iluminación estructurados para analizar muestras, incluyendo tales sistemas una única fuente de luz, al menos dos rejillas fijas y un mecanismo para dirigir todo el haz desde la fuente de luz hacia una u otra de las rejillas. Se puede usar un selector de fase para elegir la fase de patrón. Con un espejo giratorio de doble cara, se puede colocar una hoja del espejo en una primera posición para reflejarse únicamente en la primera rejilla y se puede colocar en una segunda posición para reflejarse únicamente en la segunda rejilla. Un espejo no giratorio no según la invención puede trasladarse a las primera o segunda posiciones. Un espejo de prisma giratorio no según la invención puede dirigir selectivamente la luz desde la fuente de luz hacia la primera o la segunda rejilla.

Los ejemplos descritos en la presente memoria pueden proporcionar ventajas en comparación con enfoques anteriores. Se usa un espejo giratorio para cambiar entre la excitación de las respectivas rejillas. Un espejo giratorio de este tipo puede conmutar entre dos trayectorias ópticas usando una única fuente de luz. Además, tal espejo giratorio puede dimensionarse de modo que los errores en la posición de rotación y/o los efectos térmicos no alteren perceptiblemente las trayectorias ópticas. La reducción del efecto de tales variaciones rotacionales y/o efectos térmicos en las trayectorias ópticas puede permitir que el sistema de obtención de imágenes de SIM funcione más rápido ya que el componente que mueve el espejo giratorio (por ejemplo, un motor) puede funcionar más rápido ya que hay menos dependencia del ajuste fino del posicionamiento en comparación con sistemas que implementan rejillas móviles u otros componentes. Si se van a implementar más de dos trayectorias ópticas, se pueden implementar múltiples espejos giratorios para múltiples trayectorias ópticas. En algunas implementaciones, las rejillas pueden estar fijas en su lugar en lugar de rejillas que giran, se trasladan o se mueven de cualquier otra manera como parte del funcionamiento. Esto puede proporcionar precisión y estabilidad angulares, por nombrar solo dos ejemplos, ya que las rejillas tampoco requieren un ajuste posicional preciso. En algunas implementaciones, se puede usar una única fuente de luz ya que el espejo giratorio puede girarse hacia dentro o fuera de una trayectoria de luz respectiva para bloquear o desbloquear una trayectoria de luz correspondiente desde la fuente de luz única. Al implementar el sistema propuesto

actualmente, que incluye este componente reflectante selectivamente posicionable, como el subsistema óptico de un sistema SIM, se puede omitir el bloqueo de modo para el láser multimodo y se puede transmitir o bloquear toda la trayectoria de luz. Un sistema de este tipo también puede eliminar el hecho de que las órdenes de luz emitidas desde una rejilla sean separables entre sí en alguna etapa particular del sistema (por ejemplo, para requerir que las órdenes de luz estén enfocadas en alguna etapa en la que una o más órdenes estén bloqueadas y se permite la propagación de una o más órdenes). Es decir, una rejilla puede emitir luz que no se difracta y que se denomina luz de orden 0, y también emitir luz difractada que se propaga en lados opuestos de la luz de orden 0 y que se denomina luz de órdenes +/-1, respectivamente. En un sistema que usa bloqueo de órdenes, las órdenes 0 y +/-1 de luz pueden estar enfocadas en una etapa de bloqueo donde, por ejemplo, la luz de orden 0 está bloqueada y las órdenes +/-1 no están bloqueadas. En sistemas que no usan bloqueo de órdenes, algunas o todas las órdenes de luz pueden enfocarse en cualquier otro sitio del sistema (por ejemplo, en una lente objetiva) y tal sistema puede tener una longitud de trayectoria óptica más corta. Además, un sistema de este tipo con un componente reflectante selectivamente posicionable puede omitir un interruptor óptico, reduciendo de este modo los componentes y la complejidad del sistema óptico. Además, un sistema de este tipo puede aumentar la compactibilidad general; por ejemplo, omitiendo un sistema de lentes de retransmisión que facilita la recombinación de múltiples trayectorias de rejilla.

La Figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de un sistema 100 que puede facilitar la obtención de imágenes de SIM. El sistema 100 se puede usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. Algunos componentes en este y otros ejemplos se muestran conceptualmente como un bloque u otro componente genérico; tal componente o componentes pueden implementarse en forma de uno o más componentes separados o integrados para realizar la función o funciones indicadas.

El sistema 100 incluye una fuente 102 de luz. La fuente 102 de luz se puede seleccionar basándose en la coherencia y/o la salida de potencia para la cual se va a implementar el sistema 100. Por ejemplo, se puede usar un láser multimodo como la fuente 102 de luz.

El sistema 100 incluye un componente 104 de estructuración de luz que recibe luz de la fuente 102 de luz. En algunas implementaciones, el componente 104 de estructuración de luz facilita que la luz recibida incida en una o más rejillas para generar un patrón de franjas de luz. Por ejemplo, se pueden usar uno o más componentes reflectantes para dirigir la luz hacia la rejilla adecuada y/o para guiar aún más la luz hacia una siguiente etapa en el sistema 100. A continuación se describen ejemplos del componente 104 de estructuración de luz. Un haz 106 que se extiende entre la fuente 102 de luz y el componente 104 de estructuración de luz ilustra esquemáticamente la propagación de la luz. El componente 104 de estructuración de luz puede generar luz estructurada y proporcionar la luz estructurada a un componente posterior en el sistema 100.

En algunas implementaciones, el componente posterior es un selector 108 de fase en el sistema 100. El selector 108 de fase puede recibir luz desde el componente 104 de estructuración de luz. En algunas implementaciones, el selector 108 de fase se usa para seleccionar la fase del patrón en la que se capturará una imagen. Por ejemplo, el selector 108 de fase puede facilitar la selección entre múltiples fases de patrón candidatas según una iluminación deseada de la muestra o hasta un grado requerido de resolución, como se describe con mayor detalle en la presente memoria.

El sistema 100 incluye una lente 110 de proyección que puede recibir luz desde el selector 108 de fase. Se puede hacer referencia a tal luz como luz con selección de fase para indicar que la luz corresponde a una selección de la fase o las fases del patrón particular que se ha realizado, tal como por medio del selector 108 de fase. La lente 110 de proyección puede incluir uno o más elementos ópticos tales como lentes que acondicionan la luz con selección de fase antes de que incida en una siguiente etapa en el sistema 100.

El sistema 100 incluye un espejo 112 que refleja al menos parcialmente la luz desde la lente 110 de proyección hacia una lente objetivo 114. En algunas implementaciones, el espejo 112 proporciona transmisión selectiva, tal como para reflejar alguna parte o algunas partes de la luz de iluminación que llega desde la lente 110 de proyección y para transmitir al menos una parte de la luz de imagen que llega al espejo 112 desde la lente objetivo 114. Por ejemplo, el espejo 112 puede ser un espejo dicróico.

La lente objetivo 114 recibe luz de iluminación del espejo 112. La lente objetivo 114 puede incluir uno o más elementos ópticos tales como lentes que acondicionan la luz de la lente 110 de proyección (tal como se refleja en el espejo 112) antes de que la luz incida en una siguiente etapa en el sistema 100.

La lente objetivo 114 dirige la luz sobre una muestra 116. En algunas implementaciones, la muestra 116 incluye uno o más materiales a analizar. Por ejemplo, la muestra 116 puede incluir material genético a iluminar para la detección de respuestas fluorescentes. La muestra 116 se puede mantener sobre un sustrato adecuado, que incluye, aunque no de forma limitativa, una celda de flujo que permite que los líquidos u otros fluidos fluyan selectivamente con respecto a la muestra. Por ejemplo, la muestra 116 puede someterse a un reactivo que contenga uno o más nucleótidos antes de la iluminación y posteriormente a la captura y análisis de imágenes.

La muestra 116 se puede mantener por una etapa 118 en el sistema 100. La etapa 118 puede proporcionar uno o más tipos de manipulación con respecto a la muestra 116. En algunas implementaciones, se puede proporcionar

movimiento físico de la muestra 116. Por ejemplo, la etapa 118 puede reposicionar traslacional y/o rotativamente la muestra 116 con respecto a al menos otro componente del sistema 100. En algunas implementaciones, se puede proporcionar un tratamiento térmico de la muestra 116. Por ejemplo, la etapa 118 puede calentar y/o enfriar la muestra 116.

La selección de fase puede facilitarse mediante la etapa 118. En algunas implementaciones, la etapa 118 puede trasladar la muestra 116 una distancia con respecto a franjas de luz estacionarias para lograr la selección de fase (por ejemplo, usando un accionador piezoeléctrico en la etapa 118). Por ejemplo, el selector 108 de fase puede entonces derivarse o eliminarse del sistema 100.

Es decir, la luz que se origina en la fuente 102 de luz, acondicionada en los componentes descritos, puede dirigirse a la muestra 116 para su iluminación después de propagarse a través de la lente objetivo 114. Cualquier luz emitida por la muestra 116 puede atravesar la lente objetivo 114 en una dirección opuesta y transmitirse parcial o totalmente a través del espejo 112. El sistema 100 puede incluir un componente 120 de filtro que recibe luz desde la lente objetivo 114 a través del espejo 112. El componente 120 de filtro puede filtrar tal luz de una o más maneras. Por ejemplo, el componente 120 de filtro puede pasar a través de alguna longitud de onda particular y/o bloquear (o reflejar) alguna otra longitud de onda particular. En algunas implementaciones, el espejo 112 puede incorporar el componente 120 de filtro como parte del espejo, tal como colocando el componente 120 de filtro en una superficie posterior del espejo 112.

La luz que atraviesa el componente 120 de filtro puede entrar en un sistema 122 de cámara en el sistema 100. El sistema 122 de cámara puede incluir uno o más sensores de imagen capaces de detectar radiación electromagnética del tipo o tipos relevantes para el análisis que se va a realizar. En algunas implementaciones, el sistema 122 de cámara está configurado para capturar imágenes usando luz fluorescente. Por ejemplo, el sistema 122 de cámara puede incluir un dispositivo de carga acoplada, un dispositivo semiconductor de óxido metálico complementario u otro dispositivo de captura de imágenes. El sistema 122 de cámara puede generar una salida en forma digital y/o analógica. Por ejemplo, los datos correspondientes a una imagen capturada por el sistema 122 de cámara pueden ser almacenados por el sistema 122 de cámara o pueden enviarse a un componente separado (por ejemplo, un sistema informático u otro dispositivo) para su almacenamiento y/o análisis.

A continuación se ejemplificará el funcionamiento del sistema 100 u otros aparatos o máquinas. En algunas implementaciones, el componente 104 de estructuración de luz incluye uno o más componentes reflectantes y al menos una rejilla. Por ejemplo, el componente reflectante puede redirigir la luz hacia, o procedente de, la rejilla o rejillas para generar luz que se acondiciona para proporcionar una o más formas de iluminación de la muestra 116. En algunas implementaciones, el componente 104 de estructuración de luz puede acondicionar la luz de la fuente 102 de luz para realizar obtención de imágenes de SIM. Por ejemplo, puede que no sea necesario que tal luz estructurada esté enfocada en una posición particular dentro del componente 104 de estructuración de luz; más bien, la luz estructurada (por ejemplo, franjas de un patrón de difracción) puede enfocarse en otra etapa del sistema 100, incluyendo, aunque no de forma limitativa, en la parte posterior de la lente objetivo 114.

La Figura 2 muestra un ejemplo de un sistema 200 que tiene un espejo giratorio 202.

El sistema 200 incluye una fuente 204 de luz. En algunas implementaciones, la fuente 204 de luz proporciona luz que a su vez recibe a través de al menos un cable 206 de fibra óptica. Por ejemplo, la fuente 204 de luz y el cable 206 de fibra óptica pueden considerarse colectivamente un módulo de lanzamiento de fibra.

El sistema 200 incluye una rejilla 208 y una rejilla 210. En algunas implementaciones, la rejilla 208 y/o 210 puede servir como un componente difractivo con respecto a la luz procedente de la fuente 204 de luz. La rejilla 208 y/o 210 comprende un sustrato con una estructura periódica, el sustrato combinado con un prisma. Las rejillas 208 y 210 están enfrentadas entre sí en el sistema 200. Las rejillas 208 y 210 pueden ser sustancialmente idénticas entre sí o pueden tener una o más diferencias. El tamaño, la periodicidad u otro aspecto espacial de una de las rejillas 208 y 210 pueden diferir de los de la otra. La orientación de la rejilla (es decir, la orientación espacial de la estructura periódica) de una de las rejillas 208 y 210 puede diferir de la de la otra. En algunas implementaciones, las respectivas orientaciones de rejilla de las rejillas 208 y 210, rejillas que están orientadas entre sí, pueden ser sustancialmente perpendiculares entre sí o en cualquier otro ángulo entre sí. En algunas implementaciones, las rejillas 208 y 210 pueden estar en posiciones desplazadas con respecto al espejo giratorio 202. En algunas implementaciones, las rejillas 208 y/o 210 pueden estar en una posición fija con respecto a la fuente 204 de luz.

El sistema 200 puede incluir uno o más componentes (por ejemplo, como un selector 108 de fase de la Figura 1) para facilitar la selección de fase con respecto a la luz que debe aplicarse a una muestra (por ejemplo, a la muestra 116 en la Figura 1). Aquí, el sistema 200 incluye un desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. En algunas implementaciones, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico puede recibir luz desde la rejilla 208 y/o 210 y puede realizar una selección de fase con respecto a parte o toda esa luz. Por ejemplo, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico se puede usar para controlar la fase del patrón de la luz estructurada usando la cual se debe capturar una imagen particular. El desplazador 212 de franjas piezoeléctrico puede incluir un accionador piezoeléctrico. Por ejemplo, se puede usar un sistema de pistón piezoeléctrico para efectuar la selección de fase. Se pueden usar otros enfoques. Por ejemplo, se puede usar una placa óptica basculante para la selección de fase. Por ejemplo, el sistema 200 se implementa aquí en

un tablero 214 y una o más áreas del tablero 214 pueden inclinarse para lograr la selección de fase. Como otro ejemplo, una o más de las rejillas 208 y 210 pueden moverse (por ejemplo, trasladarse) para la selección de fase, tal como mediante un accionador piezoeléctrico. La luz que emana del desplazador 212 de franjas piezoeléctrico a veces se denomina luz con selección de fase, para indicar que la luz ha sido acondicionada según una selección de fase particular. En algunas implementaciones, las rejillas 208 y/o 210 pueden estar en una posición fija con respecto a la fuente 204 de luz.

El sistema incluye una lente 216 de proyección que puede incluir uno o más componentes ópticos (por ejemplo, una lente) para acondicionar la luz que se recibe desde el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. Por ejemplo, la lente 216 de proyección puede controlar las características de la luz antes de que la luz entre en una lente objetivo (por ejemplo, la lente objetivo 114 en la Figura 1).

El espejo giratorio 202 se usa para redirigir al menos un haz de luz hacia y/o procedente de una o más de las rejillas 208 o 210. El espejo giratorio 202 puede incluir uno o más materiales para que refleje de manera suficiente las ondas electromagnéticas con las que se va a iluminar la muestra. En algunas implementaciones, la luz de la fuente 204 de luz incluye un rayo láser de una o más longitudes de onda. Por ejemplo, se puede usar un espejo recubierto de metal y/o un espejo dieléctrico. El espejo giratorio 202 es de doble cara. Por ejemplo, el espejo giratorio 202 puede considerarse de doble cara si es capaz de realizar reflexión en al menos parte de ambos lados (por ejemplo, reflectante en un primer extremo para una primera trayectoria del haz y reflectante en un segundo extremo, opuesto al primer extremo, para una segunda trayectoria del haz).

El espejo giratorio 202 incluye un miembro alargado. El espejo giratorio 202 puede tener cualquiera de una variedad de factores de forma u otras características de forma. El espejo giratorio 202 puede tener una configuración generalmente plana. El espejo giratorio 202 puede tener una forma sustancialmente cuadrada o, de cualquier otra manera, rectangular. El espejo giratorio 202 puede tener esquinas redondeadas. El espejo giratorio 202 puede tener un grosor sustancialmente constante. Las superficies reflectantes del espejo giratorio 202 pueden ser sustancialmente planas.

El espejo giratorio 202 está soportado por un eje 218 del sistema 200. El eje 218 permite que el espejo giratorio 202 gire alrededor del eje 218 en una o ambas direcciones. El eje 218 puede estar hecho de un material con suficiente rigidez para sujetar y manipular el espejo giratorio 202, incluyendo tal material o materiales, aunque no de forma limitativa, metal. El eje 218 está acoplado sustancialmente en un centro del espejo giratorio 202. Por ejemplo, el espejo giratorio 202 puede tener una abertura en el centro o un corte en un lado que llegue al centro, para facilitar el acoplamiento con el eje 218. Como otro ejemplo, el eje 218 puede incluir porciones de eje separadas que están acopladas a las caras respectivas del espejo giratorio 202, sin necesidad de ninguna abertura en el espejo giratorio 202. El eje 218 puede tener al menos una suspensión 220. Aquí, la suspensión 220 está colocada en los extremos del eje 218 a ambos lados del espejo giratorio 202. La suspensión 220 puede incluir un cojinete u otra característica que facilite el funcionamiento de baja fricción.

El espejo giratorio 202 puede accionarse para adoptar dos o más posiciones. Se puede usar cualquier forma de motor u otro accionador para controlar el espejo giratorio 202. En algunas implementaciones, se usa un motor 222 de velocidad gradual. El motor 222 de velocidad gradual puede acoplarse al eje 218 y usarse para hacer que el eje 218 y, de este modo, el espejo giratorio 202, gire y adopte la posición o posiciones deseadas. En algunas implementaciones, el espejo giratorio 202 gira en la misma dirección hacia las nuevas posiciones (por ejemplo, siempre en sentido dextrógiro o siempre en sentido levógiro, alrededor del eje de rotación del eje 218). En algunas implementaciones, el espejo giratorio 202 oscila entre dos o más posiciones (por ejemplo, alternativamente en sentido dextrógiro o en sentido levógiro, alrededor del eje de rotación del eje 218).

Las Figuras 3A-B muestran un ejemplo relacionado con el sistema 200 en la Figura 2. La Figura 3A muestra el sistema 200 en una vista superior y la Figura 3B muestra el sistema 200 en una vista en perspectiva. El espejo giratorio 202 está en la misma posición en cada una de las Figuras 3A-B.

La fuente 204 de luz genera aquí luz 300 que se propaga hacia la rejilla 210. El espejo giratorio 202 está colocado (por ejemplo, orientado alrededor del eje de rotación del eje 218) de modo que un primer extremo 302 del espejo giratorio 202 no interrumpa la luz 300. Actualmente, el primer extremo 302 puede colocarse más cerca del espectador que la luz 300 que puede propagarse en el plano del dibujo. Es decir, una superficie reflectante 202A del espejo giratorio 202 que mira hacia la fuente 204 de luz actualmente no interrumpe la luz 300 porque el primer extremo 302 no bloquea la trayectoria de la luz 300. Por lo tanto, la luz 300 se propaga (a través del aire, el vacío u otro fluido) hasta alcanzar la rejilla 210.

La luz 300 interactúa con la rejilla 210 de una o más maneras. En algunas implementaciones, la luz 300 sufre difracción basada en la rejilla 210. Aquí, la luz 304 es luz estructurada (por ejemplo, que tiene una o más franjas de patrón) que emana de la rejilla 210 en función de la interacción con la misma por la luz 300. La luz 304 inicialmente se propaga sustancialmente en una dirección generalmente hacia la lente 216 de proyección. Sin embargo, la posición del espejo giratorio 202 es tal que un segundo extremo 306 del espejo giratorio 202 interrumpe la luz 304. El segundo extremo 306 puede ser opuesto al primer extremo 302. En algunas implementaciones, el primer extremo 302 y el segundo

extremo 306 se pueden colocar en cualquier ángulo entre sí, tal como cualquier ángulo entre 0 grados y 180 grados. Actualmente, el segundo extremo 306 puede colocarse tan cerca del espectador como lo está la luz 304. Es decir, una superficie reflectante 202B del espejo giratorio 202 que mira hacia la rejilla 210 interrumpe la luz 304 porque el segundo extremo 306 bloquea la trayectoria de la luz 304. Por lo tanto, desde la luz 304, el espejo giratorio 202 dirige la luz 308 hacia el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico.

El desplazador 212 de franjas piezoeléctrico realiza la selección de fase en la luz 308. Por ejemplo, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico selecciona la fase del patrón a la que se someterá la muestra en la iluminación actual (por ejemplo, con el propósito de capturar una o más imágenes particulares). La luz 310 emana del desplazador 212 de franjas piezoeléctrico y se propaga hacia la lente 216 de proyección y entra en ella. La luz 310 corresponde a una selección de fase específica realizada usando el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. Por lo tanto, la luz 310 puede caracterizarse como luz con selección de fase. La luz 310 puede luego continuar propagándose a través del sistema (por ejemplo, como en el sistema 100 en la Figura 1), por ejemplo, para iluminar la muestra 116.

Aquí, las características de las ondas electromagnéticas con selección de fase de la luz 310 corresponden al hecho de que la luz 300 está difractada por la rejilla 210 y que la selección de fase la realiza el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. La implicación de la rejilla 210, además, fue aquí un resultado de la colocación del espejo giratorio 202 de modo que el segundo extremo 306 del mismo interrumpiera la luz 304, mientras que el primer extremo 302 no interrumpiera la luz 300.

Supongamos ahora que el espejo giratorio 202 está colocado en una posición diferente. Las Figuras 4A-B muestran otro ejemplo relacionado con el sistema 200 en la Figura 2. La Figura 4A muestra el sistema 200 en una vista superior y la Figura 4B muestra el sistema 200 en una vista en perspectiva. El espejo giratorio 202 está en la misma posición en cada una de las Figuras 4A-B.

La fuente 204 de luz genera aquí la luz 300 que se propaga inicialmente hacia la rejilla 210. El espejo giratorio 202 está colocado (por ejemplo, orientado alrededor del eje de rotación del eje 218) de modo que el primer extremo 302 del espejo giratorio 202 interrumpa la luz 300. Actualmente, el primer extremo 302 puede colocarse tan cerca del espectador como lo está la luz 300. Es decir, la superficie reflectante 202A del espejo giratorio 202 que mira hacia la fuente 204 de luz interrumpe la luz 300 porque el primer extremo 302 bloquea la trayectoria de la luz 300. Por lo tanto, la luz 312 se propaga (a través del aire, el vacío u otro fluido) hasta alcanzar la rejilla 208.

La luz 312 interactúa con la rejilla 208 de una o más maneras. En algunas implementaciones, la luz 312 sufre difracción basada en la rejilla 208. Aquí, la luz 314 es luz estructurada (por ejemplo, que tiene una o más franjas de patrón) que emana de la rejilla 208 en función de la interacción con la misma por la luz 312. La luz 314 se propaga sustancialmente en una dirección hacia el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. La posición del espejo giratorio 202 es tal que el segundo extremo 306 del espejo giratorio 202 no interrumpe la luz 314. Actualmente, el segundo extremo 306 puede colocarse más cerca del espectador que lo que está la luz 314. Es decir, ni la superficie reflectante 202B del espejo giratorio 202, ni una superficie reflectante 202C que mira hacia la rejilla 208, interrumpen actualmente la luz 314 porque el segundo extremo 306 no bloquea la trayectoria de la luz 314. Por lo tanto, la luz 314 se propaga hasta alcanzar el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico.

El desplazador 212 de franjas piezoeléctrico realiza la selección de fase en la luz 314. Por ejemplo, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico selecciona la fase del patrón a la que se someterá la muestra en la iluminación actual (por ejemplo, con el propósito de capturar una o más imágenes particulares). La luz 316 emana del desplazador 212 de franjas piezoeléctrico y se propaga hacia la lente 216 de proyección y entra en ella. La luz 316 corresponde a una selección de fase específica realizada usando el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. Por lo tanto, la luz 316 puede caracterizarse como luz con selección de fase. La luz 316 puede luego continuar propagándose a través del sistema (por ejemplo, como en el sistema 100 en la Figura 1), por ejemplo, para iluminar la muestra 116.

Aquí, las características de las ondas electromagnéticas con selección de fase de la luz 316 corresponden al hecho de que la luz 300 está difractada por la rejilla 208 y que la selección de fase la realiza el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico. La implicación de la rejilla 208, además, fue aquí un resultado de la colocación del espejo giratorio 202 de modo que el primer extremo 302 del mismo interrumpiera la luz 300, mientras que el segundo extremo 306 no interrumpiera la luz 314. Se puede hacer que el espejo giratorio 202 adopte repetidamente diferentes posiciones (por ejemplo, las de las Figuras 3A-B y las Figuras 4A-B, respectivamente) mediante varias rotaciones. Por ejemplo, el espejo giratorio 202 puede oscilar entre la posición de las Figuras 3A-B y la posición de las Figuras 4A-B. Como otro ejemplo, el espejo giratorio 202 puede girar en la misma dirección (por ejemplo, en sentido dextrógiro o en sentido levógiro, desde la perspectiva del motor 222 de velocidad gradual) para adoptar repetidamente la posición de las Figuras 3A-B y la posición de las Figuras 4A-B.

Como se mencionó anteriormente, las rejillas 208 y 210 pueden tener diferentes orientaciones de rejilla entre sí. Por ejemplo, las rejillas 208 y 210 pueden tener orientaciones de rejilla que sean sustancialmente perpendiculares entre sí. La luz 304 (Figura 3A), que emana de la rejilla 210, y la luz 314 (Figura 4A), que emana de la rejilla 208, pueden por lo tanto tener características diferentes. Por ejemplo, el patrón de franjas puede ser diferente en una de las luces

304 y 314 que en la otra. Iluminar la muestra (por ejemplo, la muestra 116 en la Figura 1) con luz estructurada de manera diferente puede facilitar el uso del sistema 200 para obtención de imágenes de SIM.

Los ejemplos anteriores ilustran un sistema que incluye una fuente de luz (por ejemplo, la fuente 204 de luz); una primera rejilla (por ejemplo, la rejilla 210) y una segunda rejilla (por ejemplo, la rejilla 208); un selector de fase (por ejemplo, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico); y al menos un componente reflectante (por ejemplo, el espejo giratorio 202). En una primera posición (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A-B) el componente reflectante forma una primera trayectoria de luz desde la fuente de luz hasta la primera rejilla (por ejemplo, por el primer extremo 302 que no interrumpe la luz 300) y posteriormente hasta el selector de fase (por ejemplo, por el segundo extremo 306 que bloquea la luz 304). En una segunda posición (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 4A-B), el componente reflectante forma una segunda trayectoria de luz desde la fuente de luz hasta la segunda rejilla (por ejemplo, por el primer extremo 302 que bloquea la luz 300) y posteriormente hasta el selector de fase (por ejemplo, por el segundo extremo 306 que no interrumpe la luz 304).

Los ejemplos anteriores también ilustran un sistema que incluye una fuente de luz (por ejemplo, la fuente 204 de luz); una primera rejilla (por ejemplo, la rejilla 208) y una segunda rejilla (por ejemplo, la rejilla 210); un selector de fase (por ejemplo, el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico); y al menos un espejo (por ejemplo, el espejo giratorio 202). En particular, el espejo tiene una primera posición (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 4A-B) que interrumpe (por ejemplo, por el primer extremo 302) una primera trayectoria desde la fuente de luz hasta la segunda rejilla, sin interrumpir (por ejemplo, por el segundo extremo 306 que no bloquea la luz 314) una segunda trayectoria desde la primera rejilla hasta el selector de fase. El espejo tiene una segunda posición (por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A-B) que interrumpe (por ejemplo, por el segundo extremo 306) una tercera trayectoria desde la segunda rejilla y dirige la segunda luz (por ejemplo, la luz 308) hacia la fase selector, sin interrumpir la primera trayectoria (por ejemplo, por el primer extremo 302 que no bloquea la luz 300).

En la presente memoria, los ejemplos se refieren al uso de un componente reflectante y rejillas para proporcionar luz estructurada que puede usarse para la obtención de imágenes de SIM. En algunas implementaciones, el movimiento mecánico puede ser significativo (por ejemplo, al girar un espejo u otro componente reflectante). Sin embargo, se pueden proporcionar tolerancias mecánicas y de movimiento razonables. Por ejemplo, puede ser necesaria menos precisión o que no sea necesaria precisión con respecto a las posiciones inicial o final de un componente reflectante (por ejemplo, un espejo o un espejo prismático); y se puede proporcionar estabilidad y repetibilidad (por ejemplo, con un espejo giratorio) usando cojinetes de precisión (por ejemplo, en la suspensión 220), un husillo de precisión (por ejemplo, en el eje 218) y/o un espejo preciso (por ejemplo, teniendo el espejo giratorio 202 un descentramiento bajo y/o una buena planitud). La estabilidad y repetibilidad pueden hacerse independientes de las piezas que pueden desgastarse (por ejemplo, guías y/o topes finales).

La Figura 5 muestra esquemáticamente otro ejemplo de un sistema 500 no según la invención que puede usarse como parte de un sistema de obtención de imágenes de SIM. El sistema 500 se puede usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. El sistema 500 incluye una fuente 502 de luz, un espejo 504, una rejilla 506 y una rejilla 508, un espejo 510, un selector 512 de fase y una lente 514 de proyección. Un componente individual del sistema 500 puede realizar una función similar o idéntica a un componente correspondiente descrito con referencia a otro ejemplo en esta descripción. Aquí, las rejillas 506 y 508 están orientadas entre sí. En algunas implementaciones, las rejillas 506 y 508 pueden tener diferentes orientaciones de rejilla, incluidas, aunque no de forma limitativa, aquellas que son sustancialmente perpendiculares entre sí o en cualquier otro ángulo entre sí. En algunas implementaciones, las rejillas 506 y 508 pueden estar en posiciones desplazadas con respecto al espejo 504 y/o espejo 510.

Se muestra un sistema de coordenadas cartesiano que tiene respectivos ejes x, y y z. Aquí, los ejes x e y se extienden en el plano de la ilustración y el eje z se extiende perpendicularmente a los ejes x e y y en dirección hacia el espectador.

Se marca una trayectoria 516 entre la fuente 502 de luz y la rejilla 508. En este y otros ejemplos, una trayectoria puede indicar la forma en que puede viajar un haz de luz a menos que sea interrumpido por alguna estructura. Se marca una trayectoria 517 entre el espejo 504 y la rejilla 506. Se marca una trayectoria 518 entre la rejilla 506 y el selector 512 de fase. Se marca una trayectoria 520 desde la rejilla 508 que se extiende, en este ejemplo, hasta el lado de la lente 514 de proyección. Las trayectorias 516, 517, 518, 520 se ilustran aquí usando líneas discontinuas.

La fuente 502 de luz aquí genera luz 522 a lo largo de al menos parte de la trayectoria 516. Si la posición del espejo 504 es tal que el espejo 504 no interrumpe la trayectoria 516 y no bloquea la luz 522, entonces la luz 522 puede propagarse a lo largo de la trayectoria 516 y alcanzar la rejilla 508. Es decir, entonces se puede considerar que el espejo 504 forma una trayectoria de luz de la luz 522, extendiéndose la trayectoria de luz desde la fuente 502 de luz hasta la rejilla 508. Por otro lado, si la posición del espejo 504 es tal que el espejo 504 interrumpe la trayectoria 516 y bloquea la luz 522, entonces el espejo 504 puede reflejar la luz 522 y la luz 524 puede propagarse a lo largo de la trayectoria 517 hacia la rejilla 506. La luz redirigida 524 se indica aquí mediante una línea de puntos y rayas. Es decir, entonces se puede considerar que el espejo 504 forma una trayectoria de luz de la luz 522 y la luz 524, extendiéndose la trayectoria de luz desde la fuente 502 de luz hasta la rejilla 506. Por lo tanto, el espejo 504 puede redirigir selectivamente la luz 522 desde la fuente 502 de luz entre dos trayectorias hacia una seleccionada de las rejillas 506 o 508 en función de la posición del espejo 504.

El espejo 510 puede redirigir selectivamente la luz desde una de las rejillas 506 o 508 seleccionadas hacia el selector 512 de fase en función de la posición del espejo 510. Si el espejo 504 no interrumpe la trayectoria 516 de modo que la luz 526 emana de la rejilla 508 y la posición del espejo 510 es tal que el espejo 510 interrumpe la trayectoria 520 y bloquea la luz 526 que emana de la rejilla 508, entonces el espejo 510 puede reflejar la luz 528 hacia el selector 512 de fase. Es decir, entonces se puede considerar que los espejos 504 y 510 forman cooperativamente una trayectoria de luz de la luz 522, la luz 526 y la luz 528, extendiéndose la trayectoria de luz desde la fuente 502 de luz hasta el selector 512 de fase. Por otro lado, si el espejo 504 interrumpe la trayectoria 516 de modo que la luz 524 se redirige hacia la rejilla 506 y la posición del espejo 510 es tal que el espejo 510 no interrumpe la trayectoria 518 y no bloquea la luz 530, entonces la luz 530 puede propagarse a lo largo de la trayectoria 518 y alcanzar el selector 512 de fase. La luz 530 se indica aquí mediante una línea de puntos y rayas. Es decir, entonces se puede considerar que los espejos 504 y 510 forman cooperativamente una trayectoria de luz de la luz 522, la luz 524 y la luz 530, extendiéndose la trayectoria de luz desde la fuente 502 de luz hasta el selector 512 de fase.

Las trayectorias 516, 517, 518 y 520 pueden definir uno o más planos dependiendo de la orientación de los componentes del sistema 500. Aquí, la trayectoria de luz que incluye la luz 522, la luz 526 y la luz 528 se extiende sustancialmente en el plano x-y como se ilustra (por ejemplo, en el plano del dibujo). Similarmente, la trayectoria de luz que incluye la luz 522, la luz 524 y la luz 530 también se extiende sustancialmente en el plano x-y. Al menos un aspecto del sistema 500 puede estar sustancialmente alineado con uno o más de tales planos. En algunas implementaciones, los espejos 504 y 510 forman parte de un espejo giratorio (por ejemplo, el espejo giratorio 202 en la Figura 2). Por ejemplo, tal espejo giratorio puede girar al menos parcialmente alrededor de un eje 532 indicado aquí esquemáticamente entre los espejos 504 y 510. El eje 532 puede ser sustancialmente paralelo al plano de una o más de las trayectorias de luz. Por ejemplo, el eje 532 puede desplazarse del plano en alguna dirección (por ejemplo, hacia el espectador, similar al posicionamiento del eje 218 en la Figura 2). En algunas implementaciones, una o más de las luces 522, 524, 526, 528 y/o 530 pueden propagarse a lo largo de un plano que forma un ángulo con respecto al plano x-y (es decir, en una dirección hacia o desde el espectador) para formar una trayectoria de luz que tiene componentes en los ejes x, y y z.

La Figura 6 muestra esquemáticamente un ejemplo de un sistema 600 no según la invención que tiene un espejo trasladable 602. El espejo trasladable 602 se ilustra aquí esquemáticamente usando un contorno discontinuo. A continuación se darán ejemplos del espejo trasladable 602. El sistema 600 se puede usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. El sistema 600 incluye una fuente 604 de luz, una rejilla 606 y una rejilla 608, y un selector 610 de fase. Un componente individual del sistema 600 puede realizar una función similar o idéntica a un componente correspondiente descrito con referencia a otro ejemplo en esta descripción.

El espejo trasladable 602 puede incluir uno o más espejos que pueden sufrir traslación (en una o más direcciones) como parte del funcionamiento del sistema 600. El espejo trasladable 602 se puede trasladar a una primera posición en la que el espejo trasladable 602 forma una trayectoria 612 de luz desde la fuente 604 de luz hasta la rejilla 606 y posteriormente hasta el selector 610 de fase. El espejo trasladable 602 se puede trasladar a una segunda posición en la que el espejo trasladable 602 forma una trayectoria 614 de luz desde la fuente 604 de luz hasta la rejilla 608 y posteriormente hasta el selector 610 de fase. Por lo tanto, el espejo trasladable 602 puede redirigir selectivamente la luz desde la fuente 604 de luz entre las dos trayectorias 612 y 614 de luz hacia el selector 610 de fase.

Las rejillas 606 y 608 se pueden colocar en cualquiera de las diversas posiciones entre sí. La orientación de la rejilla 606 se puede caracterizar usando una normal 616 de la rejilla 606. Por ejemplo, la normal 616 puede ser un vector definido para ser perpendicular a una superficie ópticamente activa de la rejilla 606. La orientación de la rejilla 608 se puede caracterizar usando una normal 618 de la rejilla 608. Por ejemplo, la normal 618 puede ser un vector definido para ser perpendicular a una superficie ópticamente activa de la rejilla 608. En algunas implementaciones, las normales 616 y 618 están sustancialmente alineadas entre sí. Por ejemplo, las normales 616 y 618 pueden ser sustancialmente antiparalelas entre sí (por ejemplo, orientadas entre sí). En otras implementaciones, las normales 616 y 618 pueden formar un ángulo entre las normales 616 y 618.

Las trayectorias 612 y 614 de luz pueden definir uno o más planos dependiendo de la orientación de los componentes del sistema 600. Aquí, cada una de las trayectorias 612 y 614 de luz se extiende sustancialmente en el plano del dibujo. En otras implementaciones, las trayectorias 612 y/o 614 de luz pueden tener una o más porciones que se extienden fuera o dentro del plano del dibujo. Al menos un aspecto del sistema 600 puede estar sustancialmente alineado con uno o más de tales planos de las trayectorias 612 o 614 de luz. En algunas implementaciones, el espejo trasladable 602 puede sufrir una traslación que es sustancialmente perpendicular al plano de las trayectorias 612 y 614 de luz. En algunas implementaciones, el espejo trasladable 602 puede sufrir una traslación que es sustancialmente paralela al plano de las trayectorias 612 y 614 de luz. Se pueden usar combinaciones de estos enfoques. En algunas implementaciones, un primer lado del espejo trasladable 602 puede tener un primer ángulo reflectante (por ejemplo, para formar la trayectoria 612 de luz) y un segundo lado del espejo trasladable 602 puede tener un segundo ángulo reflectante (por ejemplo, para formar la trayectoria 614 de luz), donde el primer ángulo reflectante es diferente del segundo ángulo reflectante.

Las Figuras 7A-B muestran esquemáticamente un ejemplo relacionado con el sistema 600 en la Figura 6. Los ejemplos descritos se pueden usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. Aquí se ilustra esquemáticamente un espejo trasladable 602'. El espejo trasladable 602' se puede usar como, o como parte de, el espejo trasladable 602 en la Figura 6. Es decir, un par de espejos 700 y 704 cuando están en una primera posición trasladada mostrada en la Figura 7A pueden formar la trayectoria 614 de luz y el par de espejos 700 y 704 cuando están en una segunda posición trasladada mostrada en la Figura 7B pueden formar la trayectoria 612 de luz. El espejo trasladable 602' incluye un espejo 700 acoplado a una pista 702. Aquí, el espejo 700 tiene una forma rectangular y un lado 700A del espejo 700 mira hacia un lado 702A de la pista 702. La pista 702 puede facilitar la traslación del espejo 700 verticalmente a lo largo del lado 702A. Por ejemplo, un accionador (no mostrado) puede actuar sobre el espejo 700 y reubicarlo en cualquier dirección a lo largo de la pista 702. Similarmente, el espejo trasladable 602' incluye un espejo 704 que tiene una forma rectangular y está acoplado a una pista 706 de modo que un lado 704A del espejo 704 mira hacia un lado 706A de la pista 706. En consecuencia, la pista 706 puede facilitar la traslación del espejo 704 verticalmente a lo largo del lado 706A. Se puede usar más de una pista para la traslación del espejo 700 y/o 704. Se pueden usar otros tipos de accionamiento. Por ejemplo, el espejo 700 y/o 704 puede manipularse mediante un accionador.

La Figura 7A muestra una configuración del espejo trasladable 602' con el espejo 700 colocado hacia un extremo 708 de la pista 702 y el espejo 704 colocado hacia un extremo 710 de la pista 706. En algunas implementaciones, la posición en la Figura 7A puede corresponder a la formación de una o más trayectorias de luz. Por ejemplo, con referencia también de nuevo a la Figura 6, la posición del espejo 704 hacia el extremo 710 puede facilitar la interrupción de la trayectoria 612 de luz entre la fuente 604 de luz y la rejilla 606. Debido al bloqueo, el espejo 704 puede servir para redirigir la luz desde la fuente 604 de luz hacia la rejilla 608 y al hacerlo puede formar la trayectoria 614 de luz. Además, el espejo 700, que actualmente está colocado hacia el extremo 708, no puede interrumpir la trayectoria 614 de luz entre la rejilla 608 y el selector 610 de fase. Como tal, la traslación del espejo trasladable 602' a la configuración mostrada puede formar la trayectoria 614 de luz en el sistema 600.

La Figura 7B muestra una configuración del espejo trasladable 602' con el espejo 700 colocado hacia un extremo 712 de la pista 702 y el espejo 704 colocado hacia un extremo 714 de la pista 706. El extremo 712 es aquí sustancialmente opuesto al extremo 708 y el extremo 714 es aquí sustancialmente opuesto al extremo 710. En algunas implementaciones, la posición en la Figura 7B puede corresponder a la formación de una o más trayectorias de luz. Por ejemplo, con referencia también de nuevo a la Figura 6, la posición del espejo 704 hacia el extremo 714 puede no interrumpir la trayectoria 612 de luz desde la fuente 604 de luz y, por lo tanto, la luz puede llegar a la rejilla 606. Además, el espejo 700, que actualmente está colocado hacia el extremo 712, puede interrumpir la trayectoria 612 de luz que emana de la rejilla 606. Debido al bloqueo, el espejo 700 puede servir para redirigir la luz desde la rejilla 606 hacia el selector 610 de fase y al hacerlo puede formar la trayectoria 612 de luz. Como tal, la traslación del espejo trasladable 602' a la configuración mostrada puede formar la trayectoria 612 de luz en el sistema 600. La traslación hacia o desde las posiciones se muestra en las Figuras 7A-B puede ocurrir en una dirección que es sustancialmente perpendicular a uno o más de los planos de las trayectorias 612 y 614 de luz.

Las Figuras 8A-B muestran esquemáticamente otro ejemplo relacionado con el sistema 600 en la Figura 6. Los ejemplos descritos se pueden usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. Aquí se ilustra esquemáticamente un espejo trasladable 602". El espejo trasladable 602" se puede usar como, o como parte de, el espejo trasladable 602 en la Figura 6. El espejo trasladable 602" incluye un espejo 800 acoplado a una pista 802. Aquí, el espejo 800 tiene una forma rectangular y un lado 800A del espejo 800 mira hacia un lado 802A de la pista 802. La pista 802 puede facilitar la traslación del espejo 800 a lo largo del lado 802A. Por ejemplo, un accionador (no mostrado) puede actuar sobre el espejo 800 y reubicarlo en cualquier dirección a lo largo de la pista 802.

La Figura 8A muestra una configuración del espejo trasladable 602" con el espejo 800 colocado hacia un extremo 804 de la pista 802. En algunas implementaciones, la posición en la Figura 8A puede corresponder a la formación de una o más trayectorias de luz. Por ejemplo, con referencia también de nuevo a la Figura 6, la posición del espejo 800 hacia el extremo 804 puede facilitar la interrupción de la trayectoria 612 de luz entre la fuente 604 de luz y la rejilla 606. Debido al bloqueo, el espejo 800 puede servir para redirigir la luz desde la fuente 604 de luz hacia la rejilla 608 y al hacerlo puede formar la trayectoria 614 de luz. En un extremo 806 de la pista 802 no está colocado actualmente ningún espejo. Como resultado, el espejo trasladable 602" no puede interrumpir la trayectoria 614 de luz entre la rejilla 608 y el selector 610 de fase. Como tal, la traslación del espejo trasladable 602" a la configuración mostrada puede formar la trayectoria 614 de luz en el sistema 600.

La Figura 8B muestra una configuración del espejo trasladable 602" con el espejo 800 colocado hacia el extremo 806 de la pista 802. En algunas implementaciones, la posición en la Figura 8B puede corresponder a la formación de una o más trayectorias de luz. Por ejemplo, con referencia también de nuevo a la Figura 6, la ausencia de un espejo en el extremo 804 puede facilitar la propagación de la luz desde la fuente 604 de luz hasta la rejilla 606. Además, la posición del espejo 800 hacia el extremo 806 puede facilitar la interrupción de la trayectoria 612 de luz que emana de la rejilla 606. Debido al bloqueo, el espejo 800 puede servir para redirigir la luz desde la rejilla 606 hacia el selector 610 de fase y al hacerlo puede formar la trayectoria 612 de luz.

La Figura 9 muestra esquemáticamente un ejemplo de un sistema 900 no según la invención que tiene un prisma giratorio 902. El sistema 900 se puede usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. El sistema 900 también incluye una fuente 904 de luz, una rejilla 906 y una rejilla 908, un selector 910 de fase y una lente 912 de proyección. Un componente individual del sistema 900 puede realizar una función similar o idéntica a un componente correspondiente descrito con referencia a otro ejemplo en esta descripción.

El prisma giratorio 902 puede sufrir rotación alrededor de uno o más ejes de rotación para adoptar una o más posiciones. Aquí, el prisma giratorio 902 se puede girar alrededor de un eje perpendicular al plano del dibujo, la rotación se indica esquemáticamente mediante una flecha 914. Por simplicidad, el prisma giratorio 902 se muestra aquí en una única orientación. Sin embargo, el funcionamiento del sistema 900 se ejemplificará basándose en al menos dos orientaciones diferentes del prisma giratorio 902. Aquí, las rejillas 906 y 908 miran hacia el selector 910 de fase. Se pueden usar otras ubicaciones u orientaciones.

La fuente 904 de luz proporciona luz 916 que se propaga hacia el prisma giratorio 902. La luz 916 interactuará con el prisma giratorio 902 y sufrirá reflexión. Aquí, la luz 918 que emana del prisma giratorio 902 es el resultado de tal reflexión cuando el prisma giratorio 902 está en una primera posición. La luz 918 se dirige hacia la rejilla 906 e interactúa con la misma. La luz 920 emana de la rejilla 906 como resultado de esta interacción y se propaga hacia el selector 910 de fase e interactúa con el mismo. La luz 922 emana del selector 910 de fase como resultado de esta interacción y se propaga hacia la lente 912 de proyección e interactúa con la misma. Es decir, cuando el prisma giratorio 902 está en la primera posición, refleja la luz 918 a lo largo de una primera trayectoria de luz desde el prisma giratorio 902 hacia la rejilla 906.

Además, la luz 924 que emana del prisma giratorio 902 es el resultado de la reflexión de la luz 916 cuando el prisma giratorio 902 está en una segunda posición. La luz 924 se dirige hacia la rejilla 908 e interactúa con la misma. La luz 926 emana de la rejilla 908 como resultado de esta interacción y se propaga hacia el selector 910 de fase e interactúa con el mismo. La luz 922 emana del selector 910 de fase como resultado de esta interacción y se propaga hacia la lente 912 de proyección e interactúa con la misma. Es decir, cuando el prisma giratorio 902 está en la segunda posición, refleja la luz 924 a lo largo de una segunda trayectoria de luz desde el prisma giratorio 902 hacia la rejilla 908.

La Figura 10 muestra un ejemplo de un método 1000 que se puede usar para realizar SIM. El método 1000 se puede realizar en uno o más de los sistemas ejemplificados en la presente memoria. El método 1000 puede incluir más o menos operaciones que las mostradas. Dos o más de las operaciones del método 1000 se pueden realizar en un orden diferente salvo que se indique lo contrario. Se hará referencia a algunos aspectos de otros ejemplos descritos en la presente memoria con fines ilustrativos.

En 1010, el método 1000 incluye el posicionamiento de un componente reflectante en una primera posición. La primera posición puede facilitar la definición de una primera trayectoria de luz que se origina en una fuente de luz y se extiende hasta una primera rejilla y posteriormente hasta un componente posterior. Por ejemplo, el espejo giratorio 202 se puede colocar en la posición mostrada en las Figuras 3A-B para definir la trayectoria de luz desde la fuente 204 de luz hasta la rejilla 210 y posteriormente hasta el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico, incluyendo la trayectoria de luz la luz 300, 304 y 308. Como otro ejemplo, el espejo giratorio 202 se puede colocar en la posición mostrada en las Figuras 4A-B para definir la trayectoria de luz desde la fuente 204 de luz hasta la rejilla 208 y posteriormente hasta el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico, incluyendo la trayectoria de luz la luz 300, 312 y 314. Como otro ejemplo no según la invención, los espejos 504 y 510 en la Figura 5 se pueden colocar para definir la trayectoria de luz que incluye la luz 522, 526 y 528. Como otro ejemplo, los espejos 504 y 510 en la Figura 5 se pueden colocar para definir la trayectoria de luz que incluye la luz 522, 524 y 530. Como otro ejemplo no según la invención, el espejo trasladable 602' se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 7A para definir la trayectoria 614 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo, el espejo trasladable 602' se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 7B para definir la trayectoria 612 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo no según la invención, el espejo trasladable 602" se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 8A para definir la trayectoria 614 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo, el espejo trasladable 602" se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 8B para definir la trayectoria 612 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo no según la invención, el prisma giratorio 902 en la Figura 9 se puede colocar en la posición que define la trayectoria de luz que incluye la luz 916, 918, 920 y 922. Como otro ejemplo, el prisma giratorio 902 en la Figura 9 se puede colocar en la posición que define la trayectoria de luz que incluye la luz 916, 924, 926 y 922. Por ejemplo, el componente posterior puede ser el selector 108 de fase en la Figura 1. Como otro ejemplo, el componente posterior puede ser la lente 110 de proyección en la Figura 11.

En 1020, el método 1000 incluye dirigir la primera luz con selección de fase desde la primera trayectoria de luz hacia una muestra. Por ejemplo, la luz con selección de fase puede emanar del desplazador 212 de franjas piezoeléctrico (Figura 2) y/o de uno o más de los selectores 108 de fase (Figura 1), 512 (Figura 5), 610 (Figura 6) o 910 (Figura 9). La luz con selección de fase se puede dirigir sobre la muestra 116 en la Figura 1. Por lo tanto, la muestra se puede iluminar usando la luz con selección de fase (por ejemplo, luz estructurada). Se puede obtener una imagen de la muestra (por ejemplo, usando el sistema 122 de cámara en la Figura 1) basándose en tal iluminación mediante la primera luz con selección de fase y tales operaciones no se analizan explícitamente aquí por brevedad.

En 1030, el método 1000 incluye el posicionamiento de un componente reflectante en una segunda posición. La segunda posición puede facilitar la definición de una segunda trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta una segunda rejilla y posteriormente hasta el componente posterior. Por ejemplo, el espejo giratorio 202 se puede colocar en la posición mostrada en las Figuras 3A-B para definir la trayectoria de luz desde la fuente 204 de luz hasta la rejilla 210 y posteriormente hasta el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico, incluyendo la trayectoria de luz la luz 300, 304 y 308. Como otro ejemplo, el espejo giratorio 202 se puede colocar en la posición mostrada en las Figuras 4A-B para definir la trayectoria de luz desde la fuente 204 de luz hasta la rejilla 208 y posteriormente hasta el desplazador 212 de franjas piezoeléctrico, incluyendo la trayectoria de luz la luz 300, 312 y 314. Como otro ejemplo no según la invención, los espejos 504 y 510 en la Figura 5 se pueden colocar para definir la trayectoria de luz que incluye la luz 522, 526 y 528. Como otro ejemplo, los espejos 504 y 510 en la Figura 5 se pueden colocar para definir la trayectoria de luz que incluye la luz 522, 524 y 530. Como otro ejemplo no según la invención, el espejo trasladable 602' se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 7A para definir la trayectoria 614 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo, el espejo trasladable 602' se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 7B para definir la trayectoria 612 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo no según la invención, el espejo trasladable 602" se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 8A para definir la trayectoria 614 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo, el espejo trasladable 602" se puede colocar en la posición que se muestra en la Figura 8B para definir la trayectoria 612 de luz en la Figura 6. Como otro ejemplo no según la invención, el prisma giratorio 902 en la Figura 9 se puede colocar en la posición que define la trayectoria de luz que incluye la luz 916, 918, 920 y 922. Como otro ejemplo, el prisma giratorio 902 en la Figura 9 se puede colocar en la posición que define la trayectoria de luz que incluye la luz 916, 924, 926 y 922.

En 1040, el método 1000 incluye dirigir la segunda luz con selección de fase desde la segunda trayectoria de luz hacia la muestra. Por ejemplo, la luz con selección de fase puede emanar del desplazador 212 de franjas piezoeléctrico (Figura 2) y/o de uno o más de los selectores 108 de fase (Figura 1), 512 (Figura 5), 610 (Figura 6) o 910 (Figura 9). La luz con selección de fase se puede dirigir sobre la muestra 116 en la Figura 1. Por lo tanto, la muestra se puede iluminar usando la luz con selección de fase (por ejemplo, luz estructurada). Se puede obtener una imagen de la muestra (por ejemplo, usando el sistema 122 de cámara en la Figura 1) basándose en tal iluminación mediante la segunda luz con selección de fase y tales operaciones no se analizan explícitamente aquí por brevedad.

La Figura 11 muestra esquemáticamente otro ejemplo de un sistema 1100 que puede facilitar la SIM. El sistema 1100 se puede usar junto con uno o más ejemplos descritos en la presente memoria. Algunos componentes en este y otros ejemplos se muestran conceptualmente como un bloque u otro componente genérico; tal componente o componentes pueden implementarse en forma de uno o más componentes separados o integrados para realizar la función o funciones indicadas. Los componentes correspondientes a los del sistema 100 (Figura 1) que no se mencionan explícitamente pueden cumplir la misma función o una similar en el sistema 1100.

El sistema 1100 incluye un selector 108' de fase colocado antes de un componente 104' de estructuración de luz. En algunas implementaciones, el selector 108' de fase puede recibir el haz 106 de la fuente 102 de luz. El selector 108' de fase puede proporcionar luz con selección de fase al componente 104' de estructuración de luz. El componente 104' de estructuración de luz puede generar luz estructurada y proporcionar la luz estructurada a un componente posterior en el sistema 1100. En algunas implementaciones, el componente posterior es la lente 110 de proyección. Se pueden usar otros enfoques.

En algunas implementaciones, la etapa 118 puede trasladar la muestra 116 una distancia con respecto a franjas de luz estacionarias para lograr la selección de fase (por ejemplo, usando un accionador piezoeléctrico en la etapa 118). Por ejemplo, el selector 108' de fase puede entonces derivarse o eliminarse del sistema 1100.

La Figura 12 es una vista esquemática de un sistema 1200 de ejemplo que puede usarse para análisis biológico y/o químico. Los sistemas y/o técnicas descritos en la presente memoria, incluidos, aunque no de forma limitativa, el sistema 100 (Figura 1) y/o el método 1000 (Figura 10), pueden ser parte del sistema 1200 en algunas implementaciones. El sistema 1200 puede funcionar para obtener cualquier información o datos relacionados con al menos una sustancia biológica y/o química. En algunas implementaciones, un transportador 1202 suministra material a analizar. Por ejemplo, el portador 1202 puede incluir un cartucho o cualquier otro componente que contenga el material. En algunas implementaciones, el sistema 1200 tiene un receptáculo 1204 para recibir el portador 1202 al menos durante el análisis. El receptáculo 1204 puede formar una abertura en un alojamiento 1206 del sistema 1200. Por ejemplo, algunos o todos los componentes del sistema 1200 pueden estar dentro del alojamiento 1206.

El sistema 1200 puede incluir un sistema óptico 1208 para análisis biológico y/o químico del material o los materiales del portador 1202. El sistema óptico 1208 puede realizar una o más operaciones ópticas, incluyendo, aunque no de forma limitativa, iluminación y/u obtención de imágenes del material o los materiales. Por ejemplo, el sistema óptico 1208 puede incluir cualquiera o todos los sistemas descritos en cualquier otro sitio de la presente memoria. Como otro ejemplo, el sistema óptico 1208 puede realizar cualquiera o todas las operaciones descritas en cualquier otro sitio de la presente memoria.

El sistema 1200 puede incluir un sistema térmico 1210 para proporcionar tratamiento térmico relacionado con análisis biológico y/o químico. En algunas implementaciones, el sistema térmico 1210 acondiciona térmicamente al menos parte del material o los materiales a analizar y/o el portador 1202.

- 5 El sistema 1200 puede incluir un sistema 1212 de fluido para gestionar uno o más fluidos relacionados con análisis biológico y/o químico. En algunas implementaciones, el fluido o fluidos se pueden proporcionar para el portador 1202 o su material o materiales. Por ejemplo, se puede añadir y/o eliminar fluido del material del soporte 1202.

10 El sistema 1200 incluye una interfaz 1214 de usuario que facilita la entrada y/o salida relacionada con análisis biológicos y/o químicos. La interfaz de usuario se puede usar para especificar uno o más parámetros para el funcionamiento del sistema 1200 y/o para generar resultados de análisis biológicos y/o químicos, por nombrar solo algunos ejemplos. Por ejemplo, la interfaz 1214 de usuario puede incluir una o más pantallas de visualización (por ejemplo, una pantalla táctil), un teclado y/o un dispositivo señalador (por ejemplo, un ratón o un panel táctil).

15 El sistema 1200 puede incluir un controlador 1216 de sistema que puede controlar uno o más aspectos del sistema 1200 para realizar análisis biológicos y/o químicos. El controlador 1216 de sistema puede controlar el receptáculo 1204, el sistema óptico 1208, el sistema térmico 1210, el sistema 1212 de fluido y/o la interfaz 1214 de usuario. El controlador 1216 de sistema puede incluir al menos un procesador y al menos un medio de almacenamiento (por ejemplo, una memoria) con instrucciones ejecutables para el procesador.

20 La Figura 13 muestra un ejemplo de un sistema 1300 que tiene un espejo giratorio 1302. En algunas implementaciones, el sistema 1300 puede caracterizarse como un RIGS.

25 El sistema 1300 incluye una fuente 1304 de luz. En algunas implementaciones, la fuente 1304 de luz proporciona luz que a su vez recibe a través de al menos un cable 1306 de fibra óptica. Por ejemplo, la fuente 1304 de luz y el cable 1306 de fibra óptica pueden considerarse colectivamente un módulo de lanzamiento de fibra.

30 El sistema 1300 incluye una rejilla 1308 y una rejilla 1310. En algunas implementaciones, la rejilla 1308 y/o 1310 puede servir como un componente difractivo con respecto a la luz procedente de la fuente 1304 de luz. La rejilla 1308 y/o 1310 comprende un sustrato con una estructura periódica, el sustrato combinado con un prisma. Las rejillas 1308 y 1310 están enfrentadas entre sí en el sistema 1300. Las rejillas 1308 y 1310 pueden ser sustancialmente idénticas entre sí o pueden tener una o más diferencias. El tamaño, la periodicidad u otro aspecto espacial de una de las rejillas 1308 y 1310 pueden diferir de los de la otra. La orientación de la rejilla (es decir, la orientación espacial de la estructura periódica) de una de las rejillas 1308 y 1310 puede diferir de la de la otra. En algunas implementaciones, las respectivas orientaciones de rejilla de las rejillas 1308 y 1310, rejillas que están orientadas entre sí, pueden ser sustancialmente perpendiculares entre sí o en cualquier otro ángulo entre sí. En algunas implementaciones, las rejillas 1308 y 1310 pueden estar en posiciones desplazadas con respecto al espejo giratorio 1302. En algunas implementaciones, las rejillas 1308 y/o 1310 pueden estar en una posición fija con respecto a la fuente 1304 de luz.

40 El sistema 1300 puede incluir uno o más componentes (por ejemplo, como un selector 108 de fase de la Figura 1) para facilitar la selección de fase con respecto a la luz que debe aplicarse a una muestra (por ejemplo, a la muestra 116 en la Figura 1). Aquí, el sistema 1300 incluye un desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. En algunas implementaciones, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico puede recibir luz desde la rejilla 1308 y/o 1310 y puede realizar una selección de fase con respecto a parte o toda esa luz. Por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico se puede usar para controlar la fase del patrón de la luz estructurada usando la cual se debe capturar una imagen particular. El desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico puede incluir un accionador piezoeléctrico. Por ejemplo, se puede usar un sistema de pistón piezoeléctrico para efectuar la selección de fase. Se pueden usar otros enfoques. Por ejemplo, se puede usar una placa óptica basculante para la selección de fase. Por ejemplo, el sistema 1300 se implementa aquí en un tablero 1314 y una o más áreas del tablero 1314 pueden inclinarse para lograr la selección de fase. Como otro ejemplo, una o más de las rejillas 1308 y 1310 pueden moverse (por ejemplo, trasladarse) para la selección de fase, tal como mediante un accionador piezoeléctrico. La luz que emana del desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico a veces se denomina luz con selección de fase, para indicar que la luz ha sido acondicionada según una selección de fase particular. En algunas implementaciones, las rejillas 1308 y/o 1310 pueden estar en una posición fija con respecto a la fuente 1304 de luz.

55 El sistema incluye una lente 1316 de proyección que puede incluir uno o más componentes ópticos (por ejemplo, una lente) para acondicionar la luz que se recibe desde el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. Por ejemplo, la lente 1316 de proyección puede controlar las características de la luz antes de que la luz entre en una lente objetivo (por ejemplo, la lente objetivo 114 en la Figura 1).

60 El espejo giratorio 1302 se usa para redirigir al menos un haz de luz hacia y/o procedente de las rejillas 1308 o 1310. El espejo giratorio 1302 puede incluir uno o más materiales para que refleje de manera suficiente las ondas electromagnéticas con las que se va a iluminar la muestra. En algunas implementaciones, la luz de la fuente 1304 de luz incluye un rayo láser de una o más longitudes de onda. Por ejemplo, se puede usar un espejo recubierto de metal y/o un espejo dieléctrico. El espejo giratorio 1302 es de doble cara. Por ejemplo, el espejo giratorio 1302 puede considerarse de doble cara si es capaz de realizar reflexión en al menos parte de ambos lados (por ejemplo, reflectante

65

en un primer extremo para una primera trayectoria del haz y reflectante en un segundo extremo, opuesto al primer extremo, para una segunda trayectoria del haz).

El espejo giratorio 1302 incluye un miembro alargado. El espejo giratorio 1302 puede tener cualquiera de una variedad de factores de forma u otras características de forma. El espejo giratorio 1302 puede tener una configuración generalmente plana. El espejo giratorio 1302 puede tener una forma sustancialmente cuadrada o, de cualquier otra manera, rectangular. El espejo giratorio 1302 puede tener esquinas redondeadas. El espejo giratorio 1302 puede tener un grosor sustancialmente constante. Las superficies reflectantes del espejo giratorio 1302 pueden ser sustancialmente planas.

El espejo giratorio 1302 está soportado por un eje 1318 del sistema 1300. El eje 1318 permite que el espejo giratorio 1302 gire alrededor del eje 1318 en una o ambas direcciones. El eje 1318 puede estar hecho de un material con suficiente rigidez para sujetar y manipular el espejo giratorio 1302, incluyendo tal material o materiales, aunque no de forma limitativa, metal. El eje 1318 puede estar acoplado sustancialmente en un centro del espejo giratorio 1302. Por ejemplo, el espejo giratorio 1302 puede tener una abertura en el centro o un corte en un lado que llegue al centro, para facilitar el acoplamiento con el eje 1318. Como otro ejemplo, el eje 1318 puede incluir una o más porciones de eje separadas que están acopladas a las una o más caras respectivas del espejo giratorio 1302, sin necesidad de ninguna abertura en el espejo giratorio 1302. El eje 1318 puede tener al menos una suspensión 1320. Aquí, la suspensión 1320 está colocada en un extremo del eje 1318 en un lado del espejo giratorio 1302. La suspensión 1320 puede incluir un cojinete u otra característica que facilite el funcionamiento con baja fricción.

El espejo giratorio 1302 puede accionarse para adoptar dos o más posiciones. Se puede usar cualquier forma de motor u otro accionador para controlar el espejo giratorio 1302. En algunas implementaciones, se usa un motor 1322 de velocidad gradual. El motor 1322 de velocidad gradual puede acoplarse al eje 1318 y usarse para hacer que el eje 1318 y, de este modo, el espejo giratorio 1302, gire y adopte la posición o posiciones deseadas. En algunas implementaciones, el espejo giratorio 1302 gira en la misma dirección hacia las nuevas posiciones (por ejemplo, siempre en el sentido dextrógiro o siempre en el sentido levógiro, alrededor del eje de rotación del eje 1318). En algunas implementaciones, el espejo giratorio 1302 oscila entre dos o más posiciones (por ejemplo, alternativamente en el sentido dextrógiro o en el sentido levógiro, alrededor del eje de rotación del eje 1318).

El rendimiento y/u otra característica de rendimiento del sistema 1300 puede depender al menos en parte del tiempo necesario para cambiar el espejo giratorio 1302 de una posición a otra. En algunas implementaciones, el tipo y/o marca del motor 1322 de velocidad gradual se puede seleccionar al menos en parte en función del rendimiento esperado o previsto del sistema 1300. Por ejemplo, hacer que el motor 1322 de velocidad gradual sea más rápido puede permitir una mayor velocidad de conmutación del espejo giratorio 1302.

El costo de fabricación y/o mantenimiento del sistema 1300 puede depender al menos en parte del tipo de motor 1322 de velocidad gradual. En algunas implementaciones, el motor 1322 de velocidad gradual es un motor eléctrico de accionamiento directo que acciona el eje 1318 directamente sin engranajes ni otros componentes intermedios. Por ejemplo, tal implementación puede reducir el recuento de piezas y/o el coste de piezas para el sistema 1300.

La fuente 1304 de luz aquí genera luz 1324 que incluye luz 1324A que se propaga entre la fuente 1304 de luz y un espejo 1326. La luz 1324 se ilustra esquemáticamente en la presente Figura para ejemplificar diferentes posibilidades de propagación y toda la trayectoria de la luz se muestra para mayor claridad, sin quedar oscurecido por la estructura del sistema 1300. El espejo 1326 se puede usar para reflejar la luz 1324A para formar la luz 1324B dirigida hacia el espejo giratorio 1302 y/o la rejilla 1310. El espejo 1326 puede incluir uno o más materiales para que refleje de manera suficiente las ondas electromagnéticas con las que se va a iluminar la muestra. En algunas implementaciones, la luz de la fuente 1304 de luz incluye un rayo láser de una o más longitudes de onda. Por ejemplo, se puede usar un espejo recubierto de metal y/o un espejo dieléctrico.

El espejo giratorio 1302 está actualmente colocado (por ejemplo, orientado alrededor del eje de rotación del eje 1318) de modo que un primer extremo 1328 del espejo giratorio 1302 no interrumpa la luz 1324B. Actualmente, el primer extremo 1328 puede colocarse más cerca del espectador que la luz 1324B que puede propagarse en el plano del dibujo. Es decir, una superficie reflectante 1302A del espejo giratorio 1302 que mira hacia la fuente 1304 de luz actualmente no interrumpe la luz 1324B porque el primer extremo 1328 no bloquea la trayectoria de la luz 1324B. Por lo tanto, la luz 1324B se propaga (a través del aire, el vacío u otro fluido) hasta alcanzar la rejilla 1310.

La luz 1324B interactúa con la rejilla 1310 de una o más maneras. En algunas implementaciones, la luz 1324B sufre difracción basada en la rejilla 1310. Aquí, la luz 1324C es luz estructurada (por ejemplo, que tiene una o más franjas de patrón) que emana de la rejilla 1310 en función de la interacción con la misma por la luz 1324B. La luz 1324C inicialmente se propaga sustancialmente en una dirección generalmente hacia el lado de la lente 1316 de proyección. Sin embargo, la posición del espejo giratorio 1302 es tal que un segundo extremo 1330 del espejo giratorio 1302 interrumpe la luz 1324C. El segundo extremo 1330 puede estar opuesto al primer extremo 1328. En algunas implementaciones, el primer extremo 1328 y el segundo extremo 1330 se pueden colocar en cualquier ángulo entre sí, tal como cualquier ángulo entre 0 grados y 180 grados. Actualmente, el segundo extremo 1330 puede colocarse tan cerca del espectador como lo está la luz 1324C. Es decir, una superficie reflectante 1302B del espejo giratorio

1302 que mira hacia la rejilla 1310 interrumpe la luz 1324C porque el segundo extremo 1330 bloquea la trayectoria de la luz 1324C. Por lo tanto, desde la luz 1324C, el espejo giratorio 1302 dirige la luz 1324D hacia el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico.

5 El desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico realiza la selección de fase en la luz 1324D. Por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico selecciona la fase del patrón a la que se someterá la muestra en la iluminación actual (por ejemplo, con el propósito de capturar una o más imágenes particulares). La luz 1324E emana del desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico y se propaga hacia la lente 1316 de proyección y entra en ella. La luz 1324E corresponde a una selección de fase específica realizada usando el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. Por lo tanto, la luz
10 1324E puede caracterizarse como luz con selección de fase. La luz 1324E puede luego continuar propagándose a través del sistema (por ejemplo, como en el sistema 100 en la Figura 1), por ejemplo, para iluminar la muestra 116.

Aquí, las características de las ondas electromagnéticas con selección de fase de la luz 1324E corresponden al hecho de que la luz 1324B es difractada por la rejilla 1310 y que la selección de fase la realiza el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. La implicación de la rejilla 1310, además, fue aquí un resultado de la colocación del espejo giratorio 1302 de modo que el segundo extremo 1330 del mismo interrumpiera la luz 1324C, mientras que el primer extremo 1328 no interrumpiera la luz 1324B.
15

Supongamos ahora que el espejo giratorio 1302 está colocado en una posición diferente. De manera similar al ejemplo anterior, la fuente 1304 de luz genera aquí la luz 1324A que se propaga inicialmente hacia el espejo 1326. Sin embargo, a diferencia del ejemplo anterior, el espejo giratorio 1302 está aquí colocado (por ejemplo, orientado alrededor del eje de rotación del eje 1318) de modo que el primer extremo 1328 del espejo giratorio 1302 interrumpa la luz 1324B. Actualmente, el primer extremo 1328 puede colocarse tan cerca del espectador como lo está la luz 1324B. Es decir, la superficie reflectante 1302A del espejo giratorio 1302 que mira hacia la fuente 1304 de luz interrumpe la luz 1324B porque el primer extremo 1328 bloquea la trayectoria de la luz 1324B. Por lo tanto, la luz 1324F se propaga (a través del aire, el vacío u otro fluido) hasta alcanzar la rejilla 1308.
20 25

La luz 1324F interactúa con la rejilla 1308 de una o más maneras. En algunas implementaciones, la luz 1324F sufre difracción basada en la rejilla 1308. Aquí, la luz 1324G es luz estructurada (por ejemplo, que tiene una o más franjas de patrón) que emana de la rejilla 1308 en función de la interacción con la misma por la luz 1324F. La luz 1324G se propaga sustancialmente en una dirección hacia el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. La posición del espejo giratorio 1302 es tal que el segundo extremo 1330 del espejo giratorio 1302 no interrumpe la luz 1324G. Actualmente, el segundo extremo 1330 puede colocarse más cerca del espectador que lo que está la luz 1324G. Es decir, ni la superficie reflectante 1302B del espejo giratorio 1302, ni una superficie reflectante 1302C que mira hacia la rejilla 1308, interrumpen actualmente la luz 1324G porque el segundo extremo 1330 no bloquea la trayectoria de la luz 1324G. Por lo tanto, la luz 1324G se propaga hasta alcanzar el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico.
30 35

El desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico realiza la selección de fase en la luz 1324G. Por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico selecciona la fase del patrón a la que se someterá la muestra en la iluminación actual (por ejemplo, con el propósito de capturar una o más imágenes particulares). La luz 1324E emana del desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico y se propaga hacia la lente 1316 de proyección y entra en ella, de forma similar a los ejemplos descritos anteriormente.
40

Aquí, las características de las ondas electromagnéticas de fase seleccionada de la luz 1324E corresponden al hecho de que la luz 1324F es difractada por la rejilla 1308 y que la selección de fase la realiza el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico. La implicación de la rejilla 1308, además, fue aquí un resultado de la colocación del espejo giratorio 1302 de modo que el primer extremo 1328 del mismo interrumpiera la luz 1324B, mientras que el segundo extremo 1330 no interrumpiera la luz 1324G. Se puede hacer que el espejo giratorio 1302 adopte repetidamente diferentes posiciones (por ejemplo, las descritas en los presentes ejemplos, respectivamente) mediante varias rotaciones. Por ejemplo, el espejo giratorio 1302 puede alternar entre estas posiciones. Como otro ejemplo, el espejo giratorio 1302 puede girar en la misma dirección (por ejemplo, en el sentido dextrógiro o en el sentido levógiro, desde la perspectiva del motor 1322 de velocidad gradual) para adoptar las posiciones.
45 50

Como se mencionó anteriormente, las rejillas 1308 y 1310 pueden tener diferentes orientaciones de rejilla entre sí. Por ejemplo, las rejillas 1308 y 1310 pueden tener orientaciones de rejilla que sean sustancialmente perpendiculares entre sí. La luz 1324C que emana de la rejilla 1310 y la luz 1324G que emana de la rejilla 1308 pueden por lo tanto tener características diferentes. Por ejemplo, el patrón de franjas puede ser diferente en una de las luces 1324C y 1324G que en la otra. Iluminar la muestra (por ejemplo, la muestra 116 en la Figura 1) con luz estructurada de manera diferente puede facilitar el uso del sistema 1300 para obtención de imágenes de SIM.
55 60

Uno o más componentes en el sistema 1300 pueden facilitar al menos en parte un diseño que reduzca el espacio requerido para implementar el sistema 1300. Por ejemplo, el diseño puede incluir una geometría de uno o más componentes del sistema 1300 seleccionados para efectuar una reducción de espacio. En algunas implementaciones, la luz 1324 atraviesa una trayectoria a través del sistema 1300 que tiene sustancialmente una geometría en forma de U. Por ejemplo, tal diseño puede facilitar la colocación de la fuente 1304 de luz y la lente 1316 de proyección de modo que la luz 1324A y la luz 1324E viajen en direcciones sustancialmente opuestas entre sí. En algunas
65

implementaciones, el espejo 1326 puede facilitar la colocación de las rejillas 1308 y 1310 dentro de un espacio formado por la fuente 1304 de luz, el motor 1322 de velocidad gradual y la lente 1316 de proyección. En algunas implementaciones, el espejo 1326 puede facilitar la colocación de las rejillas 1308 y 1310 sustancialmente entre la

5
 Los ejemplos anteriores ilustran un sistema que incluye una fuente de luz (por ejemplo, la fuente 1304 de luz); una primera rejilla (por ejemplo, la rejilla 1310) y una segunda rejilla (por ejemplo, la rejilla 1308); un selector de fase (por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico); y al menos un componente reflectante (por ejemplo, el espejo giratorio 1302). En una primera posición (por ejemplo, como se ejemplifica en primer lugar) el componente reflectante forma una primera trayectoria de luz desde la fuente de luz hasta la primera rejilla (por ejemplo, por el primer extremo 1328 que no interrumpe la luz 1324B) y posteriormente hasta el selector de fase (por ejemplo, por el segundo extremo 1330 que bloquea la luz 1324C). En una segunda posición (por ejemplo, como se ejemplifica en segundo lugar), el componente reflectante forma una segunda trayectoria de luz desde la fuente de luz hasta la segunda rejilla (por ejemplo, por el primer extremo 1328 que bloquea la luz 1324B) y posteriormente hasta el selector de fase (por ejemplo, por el segundo extremo 1330 que no interrumpe la luz 1324G).

20
 Los ejemplos anteriores también ilustran un sistema que incluye una fuente de luz (por ejemplo, la fuente 1304 de luz); una primera rejilla (por ejemplo, la rejilla 1308) y una segunda rejilla (por ejemplo, la rejilla 1310); un selector de fase (por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico); y al menos un espejo (por ejemplo, el espejo giratorio 1302). En particular, el espejo tiene una primera posición (por ejemplo, como se ejemplifica en segundo lugar) que interrumpe (por ejemplo, por el primer extremo 1328) una primera trayectoria desde la fuente de luz hasta la segunda rejilla, sin interrumpir (por ejemplo, por el segundo extremo 1330 que no bloquea la luz 1324G) una segunda trayectoria desde la primera rejilla hasta el selector de fase. El espejo tiene una segunda posición (por ejemplo, como se ejemplifica en primer lugar) que interrumpe (por ejemplo, por el segundo extremo 1330) una tercera trayectoria desde la segunda rejilla y dirige la segunda luz (por ejemplo, la luz 1324D) hacia el selector de fase, sin interrumpir la primera trayectoria (por ejemplo, por el primer extremo 1328 que no bloquea la luz 1324B).

25
 El espejo 1326 es un ejemplo de un componente reflectante que se puede usar en el sistema 1300. Los ejemplos anteriores ilustran una implementación en donde cada una de la primera y segunda trayectorias de luz (por ejemplo, que inciden en la rejilla 1308 o 1310, respectivamente) tiene una primera porción de trayectoria de luz (por ejemplo, luz 1324A) que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta el segundo componente reflectante, en donde cada una de las primera y segunda trayectorias de luz tiene una segunda porción de trayectoria de luz (por ejemplo, la luz 1324E) que se origina en el componente posterior (por ejemplo, el desplazador 1312 de franjas piezoeléctrico), y en donde las primera y segunda porciones de trayectoria de luz son sustancialmente paralelas entre sí.

30
 En la presente memoria, los ejemplos se refieren al uso de un componente reflectante y una o más rejillas para proporcionar luz estructurada que puede usarse para la obtención de imágenes de SIM. En algunas implementaciones, el movimiento mecánico puede ser significativo (por ejemplo, al girar un espejo u otro componente reflectante). Sin embargo, se pueden proporcionar tolerancias mecánicas y de movimiento razonables. Por ejemplo, puede ser necesaria menos precisión o que no sea necesaria precisión con respecto a las posiciones inicial o final de un componente reflectante (por ejemplo, un espejo o un espejo prismático); y se puede proporcionar estabilidad y repetibilidad (por ejemplo, con un espejo giratorio) usando cojinetes de precisión (por ejemplo, en la suspensión 1320), un husillo de precisión (por ejemplo, en el eje 318) y/o un espejo preciso (por ejemplo, teniendo el espejo giratorio 1302 un descentramiento bajo y/o una buena planitud). La estabilidad y repetibilidad pueden hacerse independientes de las piezas que pueden desgastarse (por ejemplo, guías y/o topes finales).

35
 Los términos “sustancialmente” y “alrededor” usados a lo largo de esta memoria descriptiva se usan para describir y considerar pequeñas fluctuaciones, tales como las debidas a variaciones en el procesamiento. Por ejemplo, pueden referirse a menor o igual al $\pm 5\%$, tal como menor o igual al $\pm 2\%$, tal como menor o igual al $\pm 1\%$, tal como menor o igual al $\pm 0,5\%$, tal como menor o igual al $\pm 0,2\%$, tal como menor o igual al $\pm 0,1\%$, tal como menor o igual al $\pm 0,05\%$. También, cuando se usa en la presente descripción, un artículo indefinido tal como “un” o “una” significa “al menos uno/a.”

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para generar luz espacialmente estructurada adecuada para microscopía de iluminación estructurada (SIM), que comprende:
 - 5 una fuente (102, 204, 1304) de luz;
 - una primera rejilla (208, 1308) y una segunda rejilla (210, 1310); y
 - al menos un componente reflectante posicionable selectivamente en una primera posición en la que forma una primera trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la primera
 - 10 rejilla y posteriormente a un componente posterior en el sistema, y en una segunda posición en la que forma una segunda trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla y posteriormente hasta el componente posterior,
 - en donde el componente reflectante incluye un espejo giratorio (202, 1302) que adopta las primera o segunda posiciones,
 - 15 estando el sistema **caracterizado porque** el espejo giratorio tiene dos caras y comprende un miembro alargado y en donde un eje (218, 1318) está acoplado al miembro alargado sustancialmente en un centro del miembro alargado,
 - en donde la primera rejilla (208, 1308) y la segunda rejilla (210, 1310) comprenden cada una un sustrato con una estructura periódica combinada con un prisma y en donde la primera rejilla y la
 - 20 segunda rejilla están dispuestas para mirar una hacia la otra.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el eje (218, 1318) está desplazado de, y es sustancialmente paralelo a, un plano definido por las primera y segunda trayectorias de luz.
- 25 3. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde, cuando el espejo giratorio (202, 1302) adopta la primera posición, un primer extremo del miembro alargado interrumpe una primera trayectoria que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla y refleja la primera luz que se origina en la fuente de luz hacia la primera rejilla.
- 30 4. El sistema de la reivindicación 3, en donde cuando el espejo giratorio (202, 1302) adopta la primera posición, un segundo extremo del miembro alargado no interrumpe una segunda trayectoria desde la primera rejilla hasta el componente posterior.
- 35 5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, en donde cuando el espejo giratorio (202, 1302) adopta la segunda posición, un segundo extremo del miembro alargado interrumpe una segunda trayectoria desde la segunda rejilla y refleja la segunda luz desde la segunda rejilla hacia el componente posterior.
- 40 6. El sistema de la reivindicación 5, en donde cuando el espejo giratorio (202, 1302) adopta la segunda posición, el primer extremo del miembro alargado no interrumpe la primera trayectoria que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta la segunda rejilla.
- 45 7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las primera (208, 1308) y segunda (210, 1310) rejillas están orientadas de modo que sus respectivas normales sean sustancialmente antiparalelas entre sí, y en donde el eje (218, 1318) está sustancialmente alineado con las normales.
8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el componente posterior es un selector (108, 1312) de fase.
- 50 9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un selector de fase colocado entre la fuente de luz y al menos un espejo.
10. Dispositivo de microscopía de iluminación estructurada (SIM), que comprende el sistema de cualquiera de las reivindicaciones anteriores como un subsistema óptico.
- 55 11. Un método para generar luz espacialmente estructurada adecuada para microscopía de iluminación estructurada (SIM) de una muestra, que comprende:
 - 60 colocar al menos un componente reflectante en una primera posición para definir una primera trayectoria de luz que se origina en una fuente de luz y se extiende hasta una primera rejilla y posteriormente hasta un componente posterior;
 - dirigir la primera luz con selección de fase desde la primera trayectoria de luz hacia la muestra;
 - girar al menos un componente reflectante a una segunda posición para definir una segunda trayectoria de luz que se origina en la fuente de luz y se extiende hasta una segunda rejilla y
 - 65 posteriormente hasta el componente posterior; y
 - dirigir la segunda luz con selección de fase desde la segunda trayectoria de luz hacia la muestra,

- 5 estando el método **caracterizado porque** el componente reflectante incluye un espejo giratorio que es de doble cara y comprende un miembro alargado, en donde un eje está acoplado al miembro alargado sustancialmente en un centro del miembro alargado, y **porque** la primera rejilla y la segunda rejilla comprenden cada una un sustrato con una estructura periódica combinada con un prisma, y en donde la primera rejilla y la segunda rejilla están dispuestas enfrentadas entre sí.
12. El método de la reivindicación 11, en donde colocar el al menos un componente reflectante para definir la segunda trayectoria de luz comprende interrumpir una tercera trayectoria desde la segunda rejilla y dirigir la segunda luz desde la segunda rejilla hacia el componente posterior, sin interrumpir la primera trayectoria.

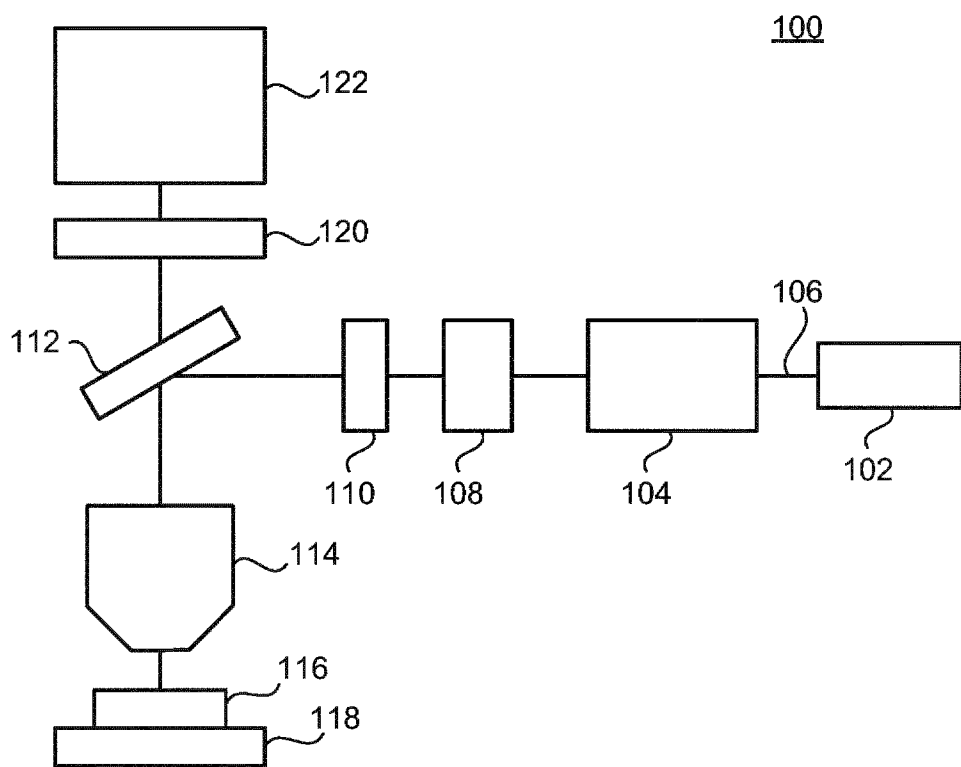


Figura 1

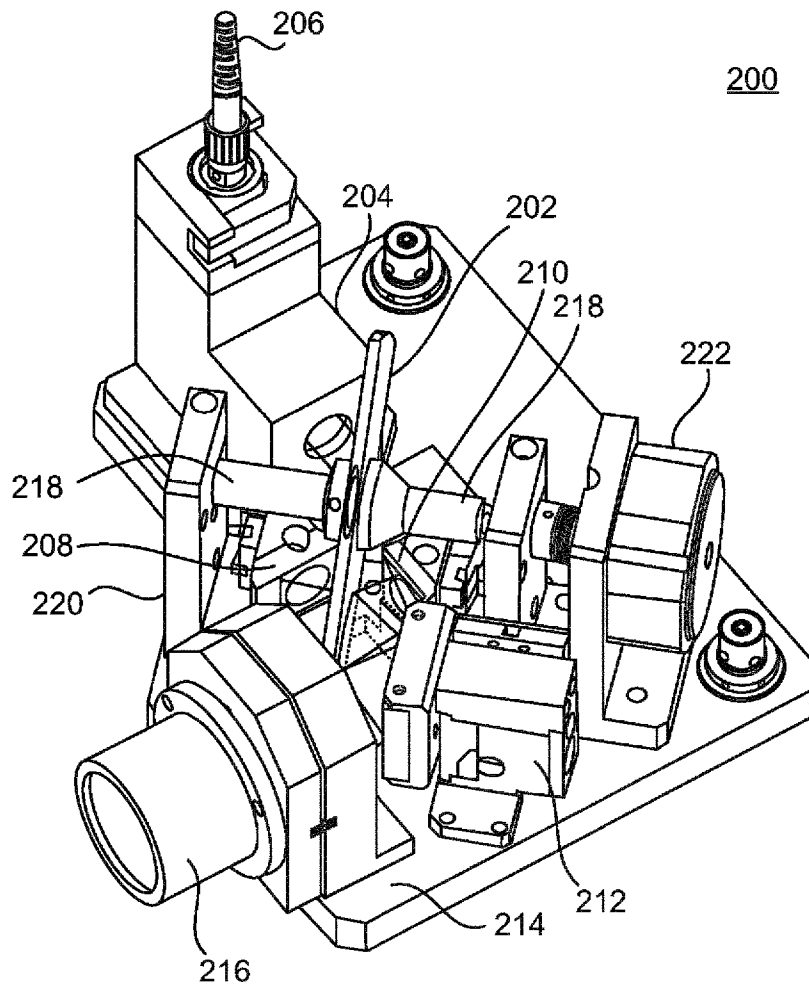


Figura 2

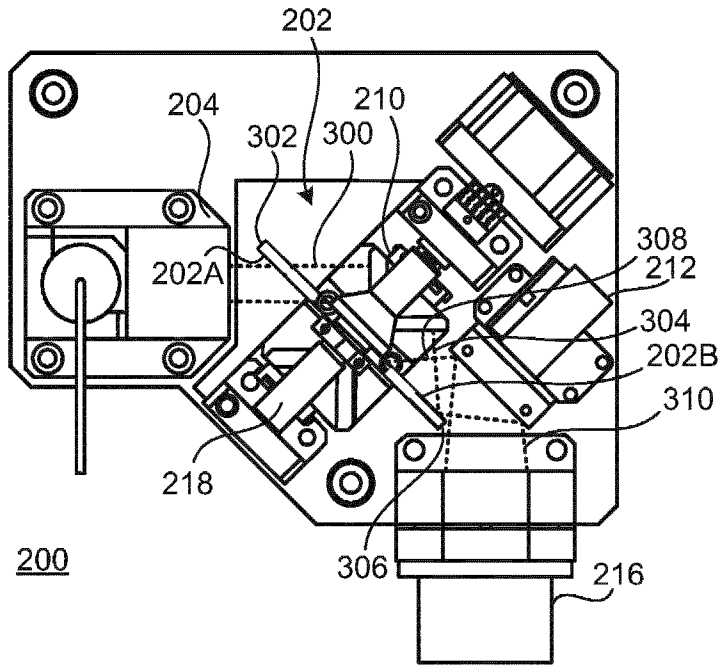


Figura 3A

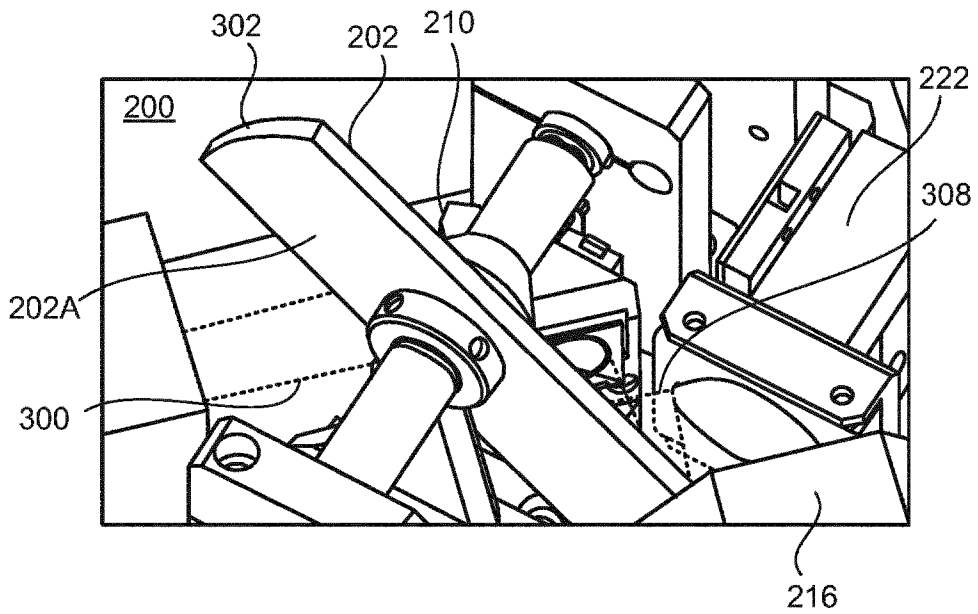


Figura 3B

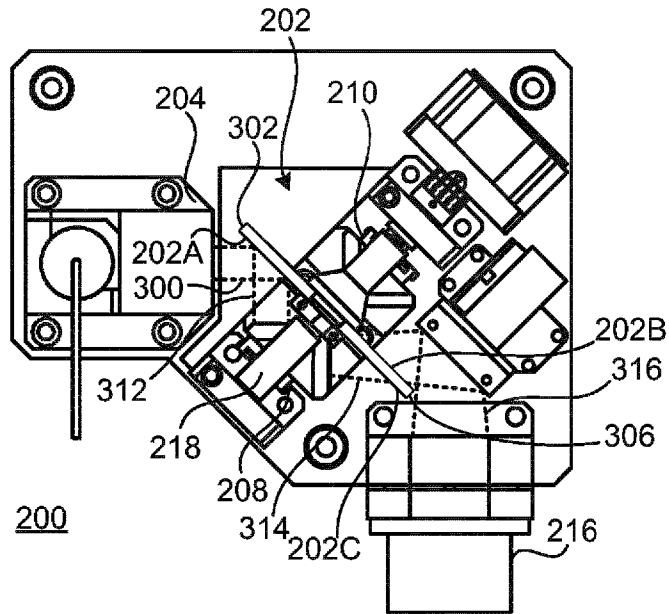


Figura 4A

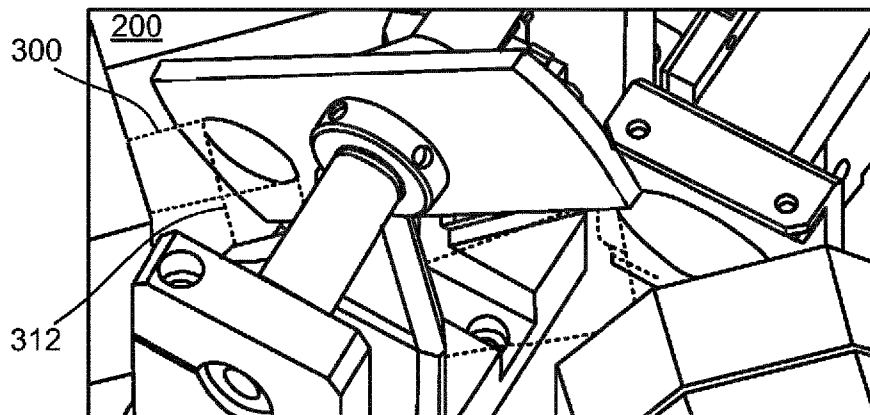


Figura 4B

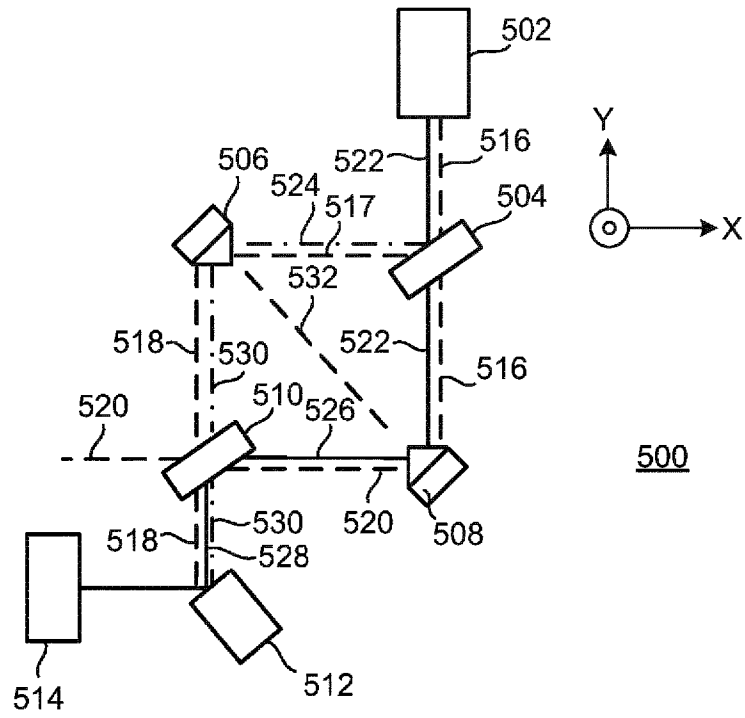


Figura 5

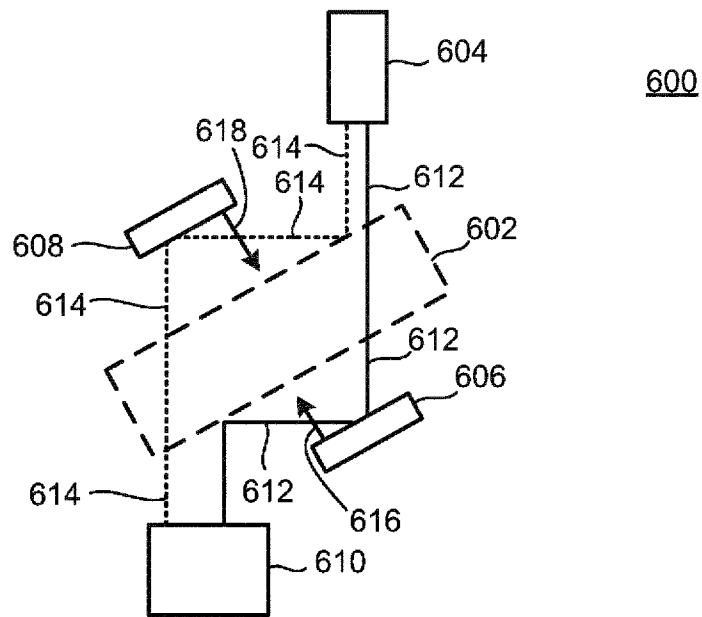


Figura 6

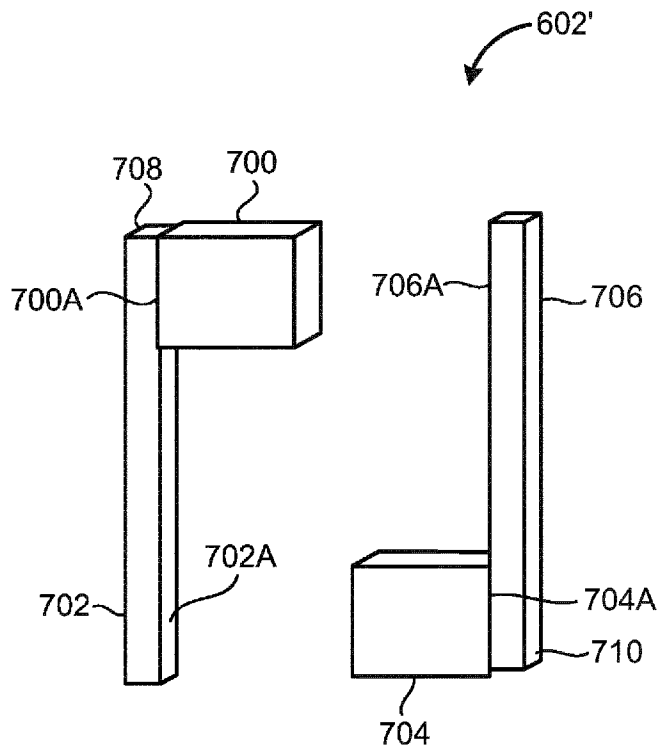


Figura 7A

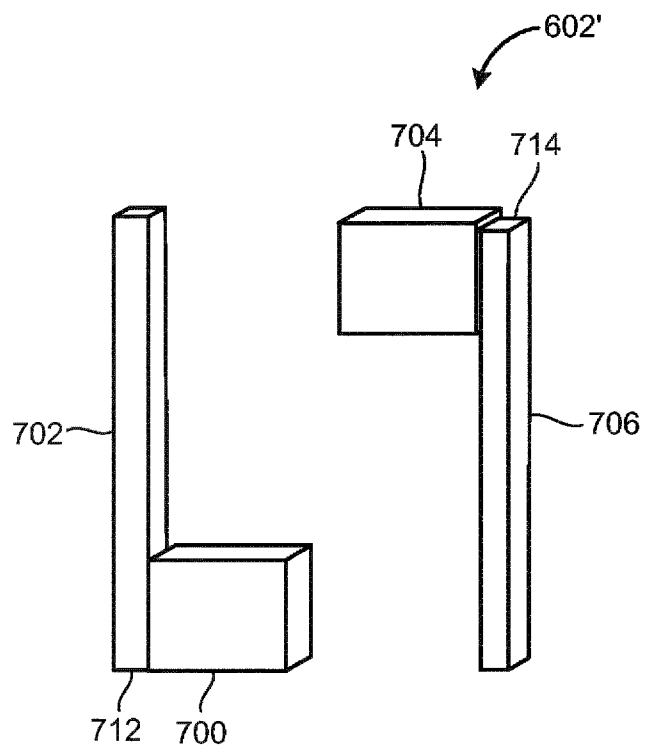


Figura 7B

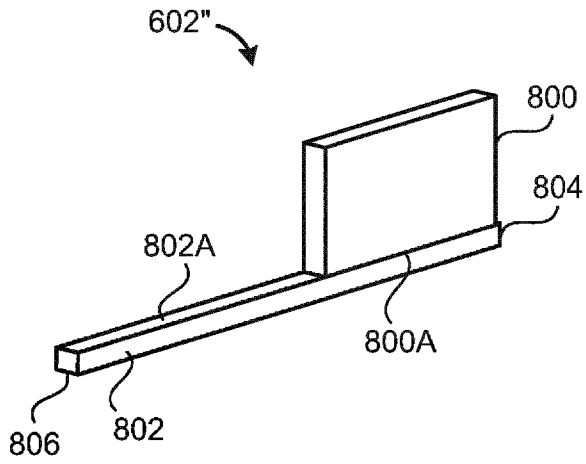


Figura 8A

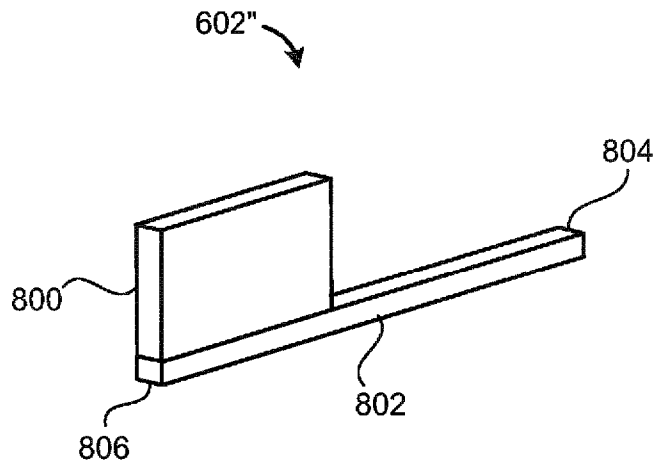


Figura 8B

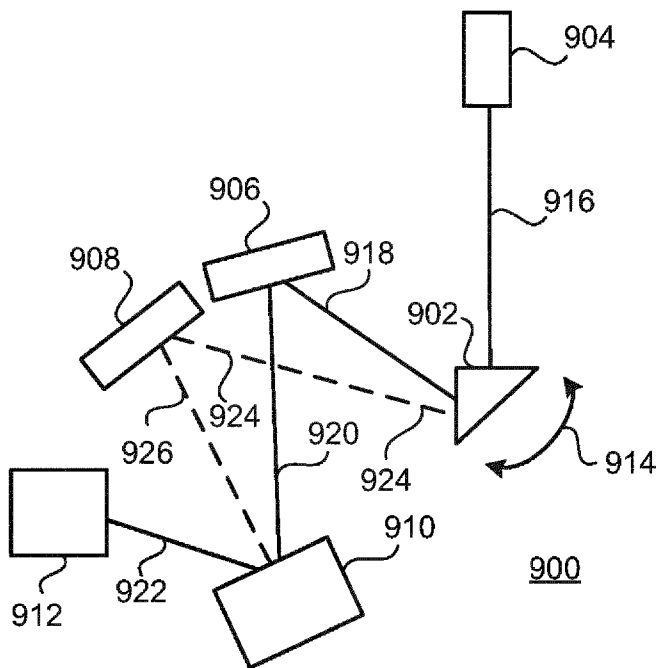


Figura 9

1000

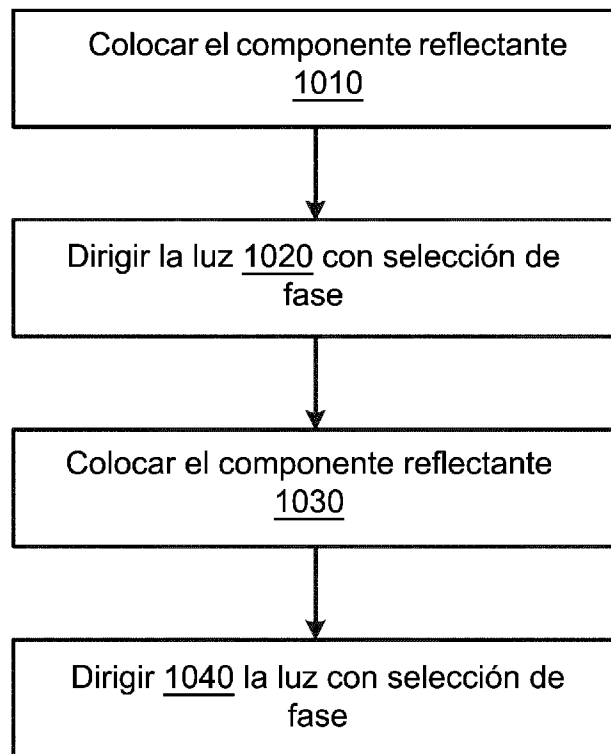


Figura 10

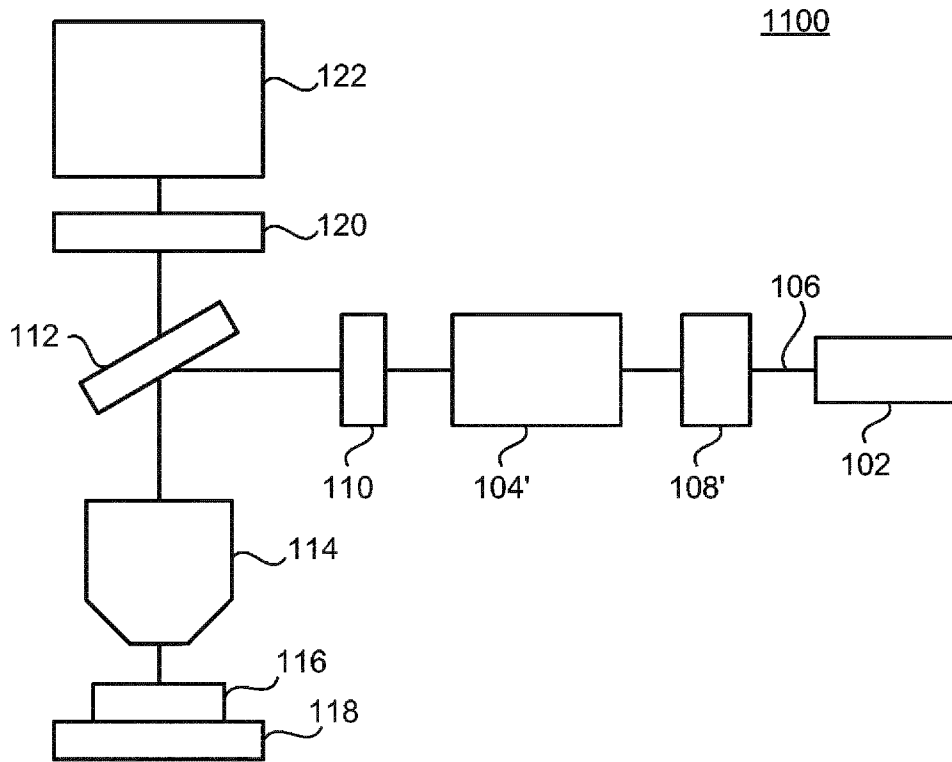


Figura 11

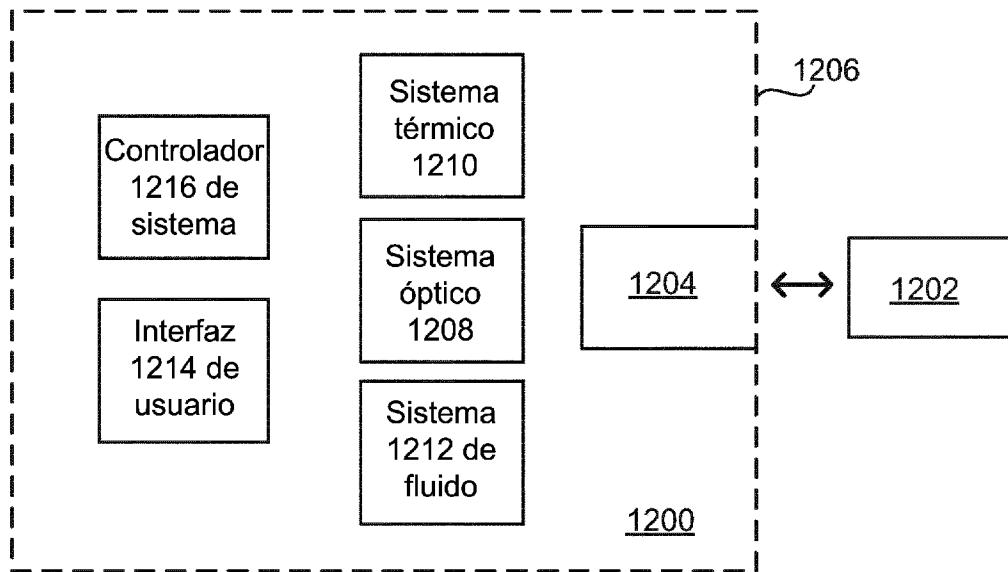


Figura 12

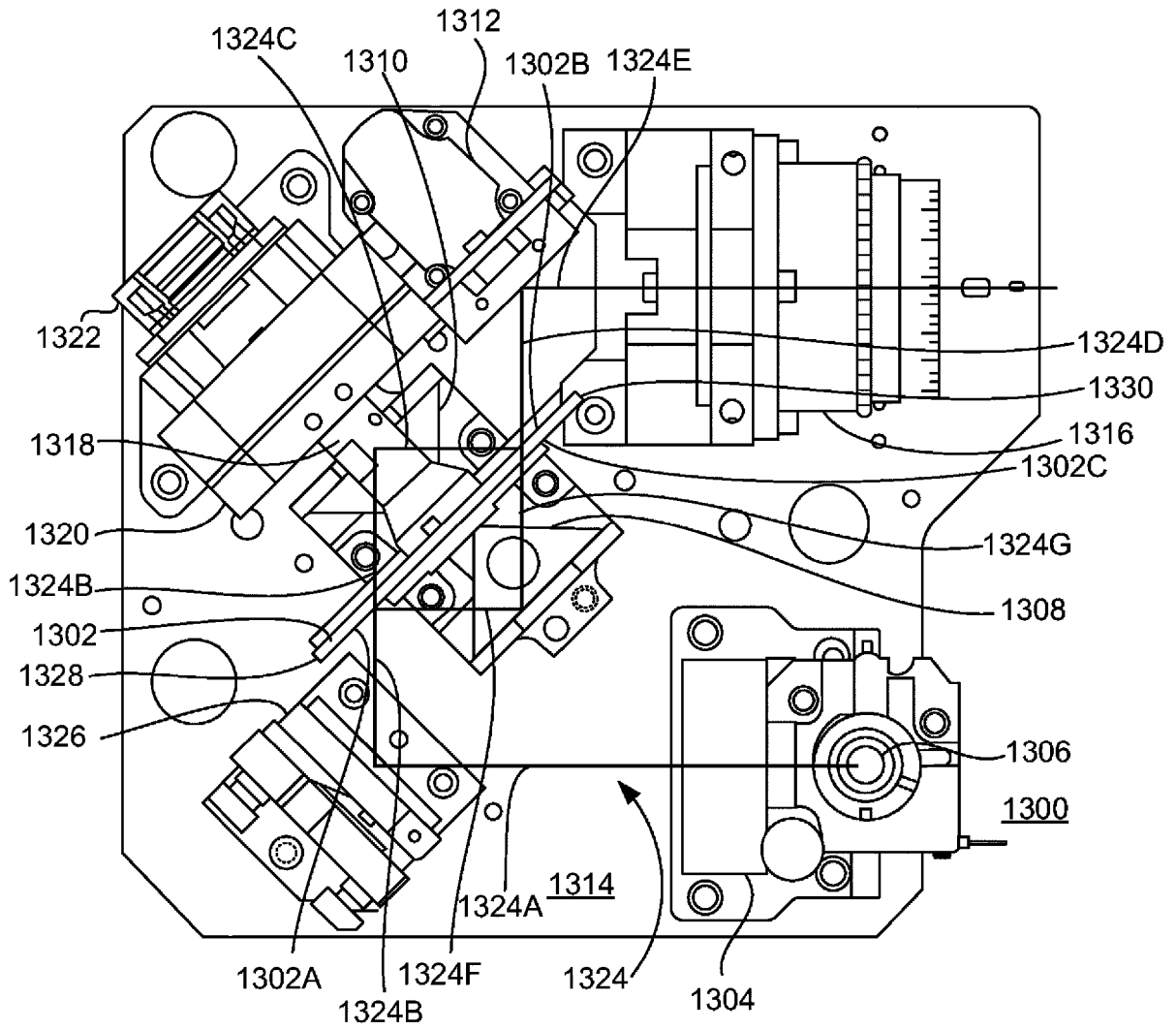


Figura 13