

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 708**

51 Int. Cl.:

G02B 13/26 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

H04N 1/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2013** **E 13700773 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** **EP 2681605**

54 Título: **Disposición óptica y procedimiento para la exploración óptica de un plano de objeto con un sistema de formación de imágenes multicanal**

30 Prioridad:

23.01.2012 DE 102012200903

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

18.10.2016

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27 c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRÜCKNER, ANDREAS;
BERLICH, RENÉ y
BRÄUER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 586 708 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).

Disposición óptica y procedimiento para la exploración óptica de un plano de objeto con un sistema de formación de imágenes multicanal

DESCRIPCIÓN

5 Ejemplos de realización de la presente invención se refieren a una disposición óptica y a un procedimiento para la exploración óptica de un plano de objeto con un sistema de formación de imágenes multicanal.

10 Ejemplos de realización adicionales de la presente invención se refieren a un módulo de iluminación ultraplano para sistemas de formación de imágenes multiapertura.

15 Según el estado de la técnica pueden usarse sistemas de formación de imágenes multiapertura o sistemas de formación de imágenes multicanal para la exploración óptica de un plano de objeto. Un sistema de formación de imágenes multiapertura conocido, tal como el que se describe por ejemplo en el documento DE 10 2009 047 361 A1, posibilita la toma de imágenes óptica de un campo de objeto extendido con una alta resolución espacial y una longitud constructiva extremadamente corta a distancias de trabajo del orden de algunos milímetros. Además, la disposición permite una extensión de los tamaños de campo de objeto observados sin alargamiento axial de la estructura óptica. Esto sucede usando una mayor cantidad de canales de formación de imágenes ópticos.

20 Véase también el documento DE 10 2009 005 092 A1.

25 Debido a la forma de realización miniaturizada de este sistema de formación de imágenes multiapertura conocido así como a las distancias de trabajo cortas (distancia entre objeto y sistema óptico) existe, sin embargo, la dificultad de una iluminación del campo de objeto suficiente en caso de iluminación con luz reflejada (como por ejemplo en la observación de objetos no transparentes y no luminosos). La gran extensión lateral deseada conduce, en el caso de una iluminación con luz reflejada lateral, a grandes ángulos de incidencia de la luz de iluminación y a una situación de iluminación muy poco homogénea. Una iluminación confocal, como la habitual en microscopía, a través del objetivo de formación de imágenes no puede efectuarse técnicamente, debido a la miniaturización del sistema de formación de imágenes conocido, o solo con gran esfuerzo y en detrimento de la longitud constructiva.

30 Los elementos de iluminación planos convencionales (por ejemplo disposiciones para iluminación posterior de pantallas a través de placas o láminas microestructuradas), si bien son suficientemente delgados, influyen sin embargo en la trayectoria del rayo los sistemas ópticos de formación de imágenes multiapertura y por tanto no son aplicables.

35 En el estado de la técnica se describen diversas posibilidades para efectuar una iluminación con luz reflejada. Las variantes conocidas se basan, por ejemplo, en una guía de luz con diversos mecanismos de desacoplamiento. Los diversos mecanismos de desacoplamiento comprenden, por ejemplo, un desacoplamiento a través de *bumps* (abolladuras) o partes reflectantes, un desacoplamiento a través de hologramas o un aprovechamiento de efectos de polarización.

40 Un desacoplamiento a través de abolladuras o partes reflectantes se describe por ejemplo en el documento US 6.734.929 B2, en el documento US 6.806.922 B2 y en el documento DE 102 44 444 A1. El desacoplamiento a través de abolladuras o partes reflectantes según el documento US 6.734.929 B2 y el documento US 6.806.922 B2 no es adecuado sin embargo para un sistema óptico de formación de imágenes (multiapertura), ya que los elementos de iluminación en la trayectoria del rayo afectarían a la formación de imágenes. Además, el desacoplamiento a través de abolladuras o partes reflectantes según el documento DE 102 44 444 A1 tiene la desventaja de que las abolladuras o partes reflectantes se encuentran directamente en la trayectoria del rayo de formación de imágenes cerca de la pupila de entrada de una cámara CCD. Debido a ello se produce una limitación a diámetros relativamente grandes de la pupila de entrada (sistemas ópticos grandes). Por lo tanto, la variante descrita en el documento DE 102 44 444 A1 no es adecuada para sistemas de formación de imágenes miniaturizados, como por ejemplo un sistema óptico de formación de imágenes multiapertura o una microóptica.

50 Un desacoplamiento a través de hologramas se describe por ejemplo en el documento US 5.465.311, en el documento US 5.515.184 y en el documento US 6.429.913 B2. La desventaja en esta variante es que los hologramas en la trayectoria del rayo afectarían a la formación de imágenes. Además el desacoplamiento a través de hologramas está caracterizado según los documentos US 5.465.311, US 5.515.184 y US 6.429.913 B2 por un comportamiento de dispersión fuerte. Por tanto esta variante no es adecuada para la iluminación con luz espectralmente de banda ancha (blanca).

55 Un aprovechamiento de efectos de polarización se describe por ejemplo en el documento US 6.750.996 B2 y en el documento US 7.027.671 B2. La desventaja en el caso de un aprovechamiento de efectos de polarización según el documento US 6.750.996 B2 y el documento US 7.027.671 B2 es que en esta variante se obtiene una eficacia de

desacoplamiento diferente para la dirección de polarización normal y excepcional debido a la diferencia del índice de refracción en el medio birrefringente.

5 Una iluminación con luz reflejada de microscopio convencional por medio de un divisor de haz constituye otro estado de la técnica. En este caso se produce, por ejemplo, la desviación de luz de iluminación que entra lateralmente mediante cubos o paralelepípedos divisores de haz. Esta técnica convencional no es adecuada, sin embargo, para sistemas de formación de imágenes miniaturizados así como separaciones entre objetos de unos pocos milímetros con al mismo tiempo campos de objeto extendidos de varios centímetros cuadrados, ya que el grosor del divisor de haz se ajusta a escala con la superficie que ha de iluminarse. Esto va en contra de una miniaturización axial.

10 Un problema general es, por tanto, que en el estado de la técnica conocido no existen ningún diseño que aúne una iluminación con luz reflejada en una formación de imágenes multicanal de un capoto de objeto próximo extendido lateralmente, es decir a una distancia reducida del campo de objeto con respecto a una disposición óptica, con una alta calidad de imagen, con una altura constructiva reducida de la disposición óptica.

15 El objetivo de la presente invención consiste, por tanto, en crear un diseño que posibilite la iluminación con luz reflejada para una formación de imágenes multicanal óptica de un campo de objeto próximo extendido lateralmente, con una calidad de imagen superior, y al mismo tiempo una altura constructiva más reducida de la disposición óptica.

20 Este objetivo se soluciona mediante una disposición óptica según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 23.

25 Ejemplos de realización de la presente invención crean una disposición óptica con un sistema de formación de imágenes multicanal para la exploración óptica de un plano de objeto en campos de visión contiguos o solapados en el plano de objeto de una pluralidad de canales ópticos del sistema de formación de imágenes multicanal y un guiaondas, que está dispuesto entre el plano de objeto y el sistema de formación de imágenes multicanal, para conducir luz lateralmente en el guiaondas. El guiaondas presenta una pluralidad de estructuras de desviación, que están dispuestas en un lado dirigido hacia el plano de objeto y/o en un lado dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal del guiaondas. En este caso, las estructuras de desviación están dispuestas en zonas muertas entre los campos de visión de los canales ópticos. Además, las estructuras de desviación están configuradas para desviar la luz conducida en dirección al plano de objeto, de modo que se ilumine el plano de objeto.

35 La idea principal de la presente invención es que la calidad de imagen superior anteriormente mencionada con al mismo tiempo una altura constructiva más reducida de la disposición óptica puede conseguirse, si se conduce lateralmente luz en un guiaondas, que está dispuesto entre el plano de objeto y el sistema de formación de imágenes multicanal, las estructuras de desviación están dispuestas en zonas muertas entre los campos de visión de los canales ópticos y la luz conducida en dirección al plano de objeto se desvía con las estructuras de desviación, de modo que se ilumine el plano de objeto. Por tanto puede conseguirse, por un lado, la calidad de imagen superior o una formación de imágenes multicanal mejorada, y por otro lado puede implementarse al mismo tiempo una altura constructiva más reducida de la disposición óptica. En este caso puede hacerse uso de una conducción lateral de la luz en el guiaondas y puede usarse una disposición especial de las estructuras de desviación en zonas muertas entre los campos de visión de los canales ópticos.

45 En ejemplos de realización de la presente invención, las estructuras de desviación pueden presentar en el lado dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal del guiaondas una pluralidad de microlentes, que están abombadas en dirección al sistema de formación de imágenes multicanal y dotadas de una capa reflectante. Mediante esta disposición de las microlentes, la luz conducida en el guiaondas puede desacoplarse de manera eficaz en dirección al plano de objeto. Por tanto puede conseguirse una iluminación del plano de objeto con una eficacia de iluminación relativamente alta.

50 A continuación se explican más detalladamente ejemplos de realización de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que elementos iguales o con la misma función se designan con los mismos números de referencia. Muestran:

- 55 la figura 1 una vista lateral de una disposición óptica según un ejemplo de realización de la presente invención;
- la figura 2 una vista frontal de un ejemplo de realización de un guiaondas para ilustrar zonas muertas entre campos de visión de varios canales ópticos;
- 60 la figura 3 una vista lateral de otro ejemplo de realización de un guiaondas con una pluralidad de microlentes; y
- la figura 4 una vista frontal del ejemplo de realización del guiaondas según la figura 3.

Antes de explicar más detalladamente a continuación la presente invención con ayuda de las figuras ha de indicarse que en los ejemplos de realización expuestos a continuación elementos iguales o elementos funcionalmente iguales están dotados en las figuras con los mismos números de referencia. Una descripción de elementos con los mismos números de referencia es por tanto mutuamente intercambiable y/o puede usarse recíprocamente en los diversos ejemplos de realización.

La figura 1 muestra una vista lateral de una disposición óptica 100 según un ejemplo de realización de la presente invención. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, la disposición óptica 100 presenta un sistema de formación de imágenes multicanal 110 y un guíaondas 120 con una pluralidad de estructuras de desviación 130. El sistema de formación de imágenes multicanal 110 de la disposición óptica 100 está configurado para realizar una exploración óptica de un plano de objeto 111 en campos de visión 113 contiguos o solapados en el plano de objeto 111 de una pluralidad de canales ópticos 115 del sistema de formación de imágenes multicanal 110. Además el guíaondas 120 de la disposición óptica 100 está dispuesto entre el plano de objeto 111 y el sistema de formación de imágenes multicanal 110, para conducir lateralmente luz 101 en el guíaondas 120. Tal como se muestra en la figura 1, el guíaondas 120 presenta una pluralidad de estructuras de desviación 130. Las estructuras de desviación 130 pueden estar dispuestas en un lado 122 dirigido hacia el plano de objeto 111 y/o en un lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guíaondas 120.

En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, las estructuras de desviación 130 están dispuestas en zonas muertas 119 entre los campos de visión 113 de los canales ópticos 115. Además las estructuras de desviación 130 están configuradas para desviar la luz conducida 101 en dirección al plano de objeto 111, de modo que se ilumine el plano de objeto 111.

Una dirección lateral se define como una dirección que es esencialmente paralela a una superficie (lado 122 o 124) del guíaondas 120.

En otros ejemplos de realización, la disposición óptica 100 puede presentar además una o varias fuentes de luz 150, que están dispuestas lateralmente junto al guíaondas 120. En este caso las una o varias fuentes de luz 150 están configuradas para acoplar luz 101 lateralmente en el guíaondas 120.

En la vista lateral de la figura 1 están representadas tales fuentes de luz 150 a modo de ejemplo. Las fuentes de luz 150 constituyen junto con el guíaondas 120 y las estructuras de desviación 130 un módulo de iluminación 140. El módulo de iluminación 140 de la disposición óptica 100 está indicado en la figura 1 mediante una línea discontinua.

En ejemplos de realización, el sistema de formación de imágenes multicanal 110 presenta para cada canal óptico 115 un sistema óptico 114 con un diafragma de campo, que determina el campo de visión 113 del respectivo canal 115.

En ejemplos de realización según la figura 1, el sistema óptico 114 de cada canal 115 individual del sistema de formación de imágenes multicanal 110 puede presentar un plano de imagen intermedio, en el que está dispuesto un diafragma (diafragma de campo). El diafragma de campo del respectivo sistema óptico 114 puede estar definido, por ejemplo, por el diafragma dispuesto en el plano de imagen intermedio. Tal como se indica en la figura 1, el respectivo sistema óptico 114 puede ser un por ejemplo sistema de lentes simétrico con respecto al plano de imagen intermedio. En este caso, las lentes del sistema de lentes simétrico pueden ser por ejemplo idénticas y presentar un mismo modo de funcionamiento.

En ejemplos de realización, el sistema de formación de imágenes multicanal 110 está configurado para proyectar el plano de objeto 111 a través de la pluralidad de canales ópticos 115 sobre un plano de imagen 112, de modo que en el plano de imagen 112 se obtiene un factor de llenado de entre el 90 y el 100 %. Mediante la proyección del plano de objeto a través de los diversos canales ópticos sobre el plano de imagen o un sensor de imagen se implementa una formación de imágenes multicanal. La formación de imágenes multicanal puede ser por ejemplo una proyección 1:1, en canales, de subáreas del plano de objeto sobre el plano de imagen. La proyección 1:1, en canales, puede conseguirse por ejemplo mediante una disposición simétrica de cada canal óptico individual. Además mediante otra disposición del respectivo canal óptico también puede obtenerse otra escala de proyección para la formación de imágenes multicanal.

En la formación de imágenes multicanal según el ejemplo de realización de la figura 1, las estructuras de desviación 130 están dispuestas en un plano, que se encuentra entre el plano de imagen 112 y el plano de objeto 111. En el plano en el que están dispuestas las estructuras de desviación 130, los campos de visión 113 de los canales ópticos 115 no se solapan.

En ejemplos de realización, los canales ópticos del sistema de formación de imágenes multicanal comprenden en cada caso un sistema óptico con un diafragma de campo o un sistema de formación de imágenes de un solo canal para una proyección de una subárea del plano de objeto en uno de los campos de visión contiguos o solapados en el plano de objeto del respectivo canal sobre el plano de imagen o un sensor de imagen (sistema de formación de

imágenes multiapertura). Un canal óptico individual se define en este caso por una trayectoria de haz durante la formación de imágenes por el respectivo sistema óptico o el sistema de formación de imágenes individual entre el plano de objeto y el plano de imagen. En ejemplos de realización, puede proyectarse cada subárea del plano de objeto a través de un canal óptico asociado del sistema de formación de imágenes multicanal (exploración óptica).

5 Los campos de visión de los canales ópticos individuales están representados a modo de ejemplo en la figura 1 mediante líneas de puntos 113.

10 En ejemplos de realización adicionales, las estructuras de desviación 130 en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guíaondas 120 están configuradas para dispersar o para reflejar la luz conducida 101 en dirección al plano de objeto 111. Mediante la dispersión o reflexión de la luz conducida en el guíaondas en dirección al plano de objeto puede desacoplarse luz del guíaondas, para iluminar el plano de objeto. Esto se consigue por que la luz dispersada o reflejada en las estructuras de desviación 130 (en el lado 124 del guíaondas 120) incide sobre el lado 122 dirigido hacia el plano de objeto 111 del guíaondas 120 con un ángulo tal que es menor o igual a un ángulo límite de la reflexión total en este lado o superficie límite.

15 Además, en otros ejemplos de realización puede estar dispuestas estructuras de desviación en el lado 122 del guíaondas 120 en zonas muertas 119 entre los campos de visión 113 de los canales ópticos 115 (no se muestra en la figura 1). Las estructuras de desviación en el lado 122 del guíaondas 120 puede ser por ejemplo estructuras de desacoplamiento con una superficie abombada en dirección al plano de objeto 111, con lo cual un ángulo, con el que incide la luz 101 desde el guíaondas 120 sobre la superficie de las estructuras de desacoplamiento, puede reducirse de tal modo (ángulo menor o igual a un ángulo límite de la reflexión total), que la luz 101 conducida en el guíaondas 120 se desacopla en las estructuras de desacoplamiento en dirección al plano de objeto 111.

20 Por lo demás, la luz puede conducirse lateralmente en el guíaondas 120 mediante reflexión total en el lado 122 dirigido hacia el plano de objeto 111 y el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guíaondas 120. En este caso, la reflexión total aparece en los lados 122, 124 o en las superficies límite del guíaondas 120 solo en aquellas secciones de las superficies límites en las que no se encuentran las estructuras de desviación o estructuras de desacoplamiento.

30 Haciendo referencia a la figura 1 se implementa por tanto una disposición óptica 100 con un sistema de formación de imágenes multicanal 110 para la exploración óptica de un plano de objeto 111. Tal como se muestra en la figura 1, el módulo de iluminación 140 está colocado separado del sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de formación de imágenes multicanal 110 y puede utilizarse por tanto de manera opcional en función del caso de aplicación. El módulo de iluminación debe ajustarse para ello en un plano lateral, que es esencialmente paralelo a una superficie del guíaondas 120, en relación con una trama de canales del sistema óptico de formación de imágenes multicanal o del sistema de formación de imágenes multicanal 110. En este caso, la trama de canales se define, por ejemplo, por una pluralidad de ejes ópticos de los canales del sistema de formación de imágenes multicanal.

40 Las fuentes de luz 150 (por ejemplo LED, diodos emisores de luz) emiten luz 101 en el guíaondas 120, que puede ser por ejemplo una placa de guíaondas de luz (por ejemplo sustrato de vidrio), conduciéndose la luz 101 o los rayos mediante reflexión total y pudiendo propagarse por tanto en todo el guíaondas 120 o en toda la placa de guíaondas de luz. En el lado de imagen (o también en el lado de objeto) pueden aplicarse sobre el guíaondas de luz, por la superficie, estructuras de desviación 130, como por ejemplo microestructuras, cuya extensión global lateral puede adaptarse al área de objeto que ha de iluminarse en el plano de objeto. En las posiciones de las estructuras de desviación 130 o microestructuras pueden desviarse los rayos 101 conducidos con las estructuras de desviación o microestructuras. Las estructuras de desviación 130 o microestructuras posibilitan por tanto un desacoplamiento de la luz del guíaondas de luz 120.

50 En ejemplos de realización, las estructuras de desviación 130 o microestructuras están posicionadas de tal modo que se sitúan fuera de los campos de visión 113 de los canales 115 individuales del sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de formación de imágenes multicanal 110 (aprovechamiento de las zonas muertas 119), de modo que de este modo no se perjudica la producción de imágenes.

55 En la disposición óptica mostrada en la figura 1, por un lado puede conseguirse, mediante el uso del guíaondas con la pluralidad de estructuras de desviación, una iluminación eficaz del plano de objeto y, por otro lado puede evitarse, mediante la disposición especial de las estructuras de desviación en zonas muertas entre los campos de visión de los canales ópticos, que se vea afectada la formación de imágenes multicanal a través de los diversos canales ópticos. Por tanto puede conseguirse una calidad de imagen superior o una formación de imágenes multicanal mejorada. Esto se obtiene, sobre todo, por que las estructuras de desviación se sitúan en las zonas muertas y no en la trayectoria de haz de los respectivos canales entre el plano de objeto y el plano de imagen.

60 En la vista lateral esquemática de la figura 1 se muestra, por tanto, la utilización de un módulo de iluminación 140 relativamente delgado en asociación con un sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de

formación de imágenes multicanal 110, que proyecta el plano de objeto 111 sobre el plano de imagen (o el sensor de imagen) 112. El módulo de iluminación 140 garantiza a este respecto una iluminación con luz reflejada sobre el plano de objeto 111, al conducirse la luz 101 emitida por las fuentes de luz 150 colocadas lateralmente en el interior de un guiaondas 120 o una placa de guiaondas de luz y desacoplarse por las estructuras de desviación 130 o microestructuras realizadas localmente en dirección al plano de objeto 111. El módulo de iluminación 140 está dispuesto a este respecto con respecto al sistema de formación de imágenes multiapertura 110, de modo que las microestructuras desacopladoras se encuentran fuera de los campos de visión de los canales 115 individuales del sistema de formación de imágenes multiapertura 110. Esto tiene la ventaja de que la trayectoria del haz de formación de imágenes no se ve afectada por tanto, de manera ideal, por la unidad de iluminación o el módulo de iluminación. Por tanto puede conseguirse una calidad de imagen superior en el caso de la formación de imágenes multicanal a través de los diversos canales ópticos.

La figura 2 muestra una vista frontal de un ejemplo de realización de un guiaondas 120 para ilustrar las zonas muertas entre campos de visión de varios canales ópticos. El ejemplo de realización mostrado en la figura 2 del guiaondas 120 puede formar parte del módulo de iluminación 140 mostrado en la figura 1. En la vista frontal de la figura 2 puede observarse el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guiaondas 120. En los ejemplos de realización según las figuras 1 y 2, los canales 115 del sistema de formación de imágenes multicanal 110 están distribuidos bidimensionalmente, y el guiaondas 120 está configurado como una placa de guiaondas de luz. En la vista frontal de la figura 2, las zonas muertas 119 entre los campos de visión 113 de los canales ópticos distribuidos bidimensionalmente pueden observarse claramente. Tal como se muestra en la figura 2, las zonas muertas 119 se extienden entre los campos de visión 113 en un plano, que es esencialmente paralelo a una superficie de la placa de guiaondas de luz. El área por la que se extienden las zonas muertas 119 entre los campos de visión 113 está representada en la vista frontal de la figura 2 mediante una superficie rayada. Además, las estructuras de desviación 130, que están dispuestas en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guiaondas 120, se muestran en la vista frontal de la figura 2.

En ejemplos de realización, la placa de guiaondas de luz 120 está conformada de manera rectangular, presentando la disposición óptica además una o varias fuentes de luz 150, que están dispuestas lateralmente junto a la placa de guiaondas de luz 120 conformada de manera rectangular (véase la figura 2). En este caso las una o varias fuentes de luz 150 pueden estar configuradas para acolar luz desde un lado mayor 202 de la placa de guiaondas de luz 120 conformada de manera rectangular en la misma. Mediante el acoplamiento de la luz desde el lado mayor 202 de la placa de guiaondas de luz 120 conformada de manera rectangular pueden reducirse pérdidas de reflexión total, que pueden aparecer durante la conducción lateral de la luz en la placa de guiaondas de luz 120 hacia un área central de la misma, ya que la distancia desde el lado mayor 202 de la placa de guiaondas de luz 120 conformada de manera rectangular hasta el área central de la misma es relativamente pequeña. Por tanto puede proporcionarse en el área central de la placa de guiaondas de luz 120 suficientemente luz para la iluminación del plano de objeto.

En la figura 2 se representa por tanto una vista frontal esquemática del módulo de iluminación 140 relativamente delgado con la placa de guiaondas de luz 120 y con fuentes de luz 150 colocadas al menos en un lado frontal (por ejemplo el lado mayor 202 de la placa de guiaondas de luz 120 conformada de manera rectangular). Las estructuras de desviación 130 o microestructuras realizadas localmente se encuentran en zonas (zonas muertas) fuera de los campos de visión 113 de los canales individuales del sistema de formación de imágenes multiapertura (o sistema de formación de imágenes multicanal). En ejemplos de realización, la extensión total lateral de las estructuras de desviación o microestructuras está adaptada al área de objeto que ha de iluminarse. Por tanto puede conseguirse una iluminación óptima del plano de objeto 111.

La figura 3 muestra una vista lateral de otro ejemplo de realización de un guiaondas 120 con una pluralidad de microlentes 330. El guiaondas 120 mostrado en la figura 3 con las fuentes de luz 150 corresponde esencialmente al módulo de iluminación 140 mostrado en la figura 1. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 3, las estructuras de desviación presentan en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guiaondas 120 una pluralidad de microlentes 330, que están abombadas en dirección al sistema de formación de imágenes multicanal 110 y dotadas de una capa reflectante 332. El sistema de formación de imágenes multicanal, en dirección al cual están abombadas las microlentes 330 y que se encuentra entre el plano de imagen 112 y el guiaondas 120, no se muestra en la figura 3. En los ejemplos de realización según la figura 3, las microlentes 330 dotadas de la capa reflectante 332 están configuradas para reflejar la luz 101 conducida en el guiaondas 120 en la medida de lo posible sin pérdidas y desviarla de modo que se desacople del guiaondas 120. De esta manera puede iluminarse el plano de objeto 111 con una eficacia de iluminación relativamente alta.

En la vista lateral esquemática de la figura 3 se representa por tanto una forma de realización del módulo de iluminación 140 delgada con la placa de guiaondas de luz 120 y con fuentes de luz 150 colocadas al menos en un lado frontal de la placa de guiaondas de luz. Las estructuras de desviación 130 o microestructuras realizadas localmente pueden formarse mediante microlentes 330 que, en el caso del posicionamiento en el lado opuesto al objeto (lado 124) del guiaondas de luz 120, presentan una capa de azogado adicional (por ejemplo capa de metal) o capa reflectante 332. Debido a esta disposición, la luz 101 conducida en el interior del guiaondas 120 o de la placa

de guaiondas de luz puede desacoplarse en dirección al plano de objeto 111 con vistas a una iluminación de objeto eficaz.

5 La figura 4 muestra una vista frontal del ejemplo de realización del guaiondas 120 según la figura 3. En la vista frontal de la figura 4 puede observarse el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guaiondas 120. El ejemplo de realización del guaiondas 120 mostrado en la figura 4 puede formar parte del módulo de iluminación 140 mostrado en la figura 1. Además, en la figura 4, los campos de visión 113 de los canales ópticos con las zonas muertas 119 situadas entre medias están representados a modo de ejemplo. En el ejemplo de realización según la figura 4, en las zonas muertas 119 situadas fuera de los campos de visión 113 están dispuestas en cada caso las microlentes 330.

15 En la figura 4 se representa por tanto una vista frontal esquemática de una forma de realización del módulo de iluminación 140 delgado con la placa de guaiondas de luz 120 y con fuentes de luz 150 colocadas al menos en un lado frontal de la placa de guaiondas de luz 120. Las estructuras de desviación 130 o microestructuras realizadas localmente pueden formarse en este caso mediante microlentes 330 que, en el caso de una disposición cartesiana a modo de ejemplo de los canales ópticos del sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de formación de imágenes multicanal 110 y, por consiguiente, también una distribución cartesiana de los campos de visión 113 de los canales de formación de imágenes (o de los canales ópticos) igualmente en una trama cartesiana a modo de ejemplo, pueden estar dispuestas en los espacios intermedios de las áreas de campo de visión 113 o en las zonas muertas 119.

25 En ejemplos de realización, las estructuras de desviación 130 o microlentes 330 están dispuestas en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guaiondas 120 en espacios de rejilla de una rejilla 205 (véanse las figuras 2 y 4). Haciendo referencia a la figura 1, el sistema de formación de imágenes multicanal 110 presenta para cada canal 115 un sistema óptico 114. En ejemplos de realización pueden estar dispuestos los ejes ópticos 117 de los canales 115 en espacios de rejilla intermedios de la rejilla 205. Esto está representado a modo de ejemplo en las figuras 2 y 4. Mediante la disposición simétrica de los ejes ópticos 117 de los canales 115 en los espacios de rejilla intermedios de la rejilla 205 puede lograrse una iluminación especialmente homogénea del plano de objeto.

30 En ejemplos de realización, la rejilla 205 puede ser una rejilla hexagonal o cartesiana regular.

35 En ejemplos de realización, la densidad con la que los ejes ópticos 117 de los canales ópticos 115 del sistema de formación de imágenes multicanal 110 están distribuidos lateralmente, es constante (véanse por ejemplo las figuras 2 y 4).

Además, en los ejemplos de realización según las figura 2 y 4, los campos de visión 113 de todos los canales 115 son iguales.

40 En otros ejemplos de realización, las estructuras de desviación 130 presentan en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110 del guaiondas 120 una pluralidad de microlentes adaptativas 330 (véase por ejemplo la figura 3). En este caso, las microlentes adaptativas 330 pueden estar configuradas para variar temporalmente una eficacia de desacoplamiento de la luz 101 conducida en el guaiondas 120 en dirección al plano de objeto 111. Las microlentes adaptativas pueden controlarse por ejemplo de modo que su perfil de superficie varíe temporalmente. Mediante la variación temporal del perfil de superficie y por tanto una eficacia de desacoplamiento de la luz conducida del guaiondas puede ajustarse la intensidad de iluminación para la iluminación del plano de objeto en el tiempo.

50 En otros ejemplos de realización, el guaiondas 120 presenta capa antirreflexión, que está dispuesta en el lado 122 dirigido hacia el plano de objeto 111 del guaiondas 120. Por tanto pueden evitarse reflejos hacia atrás en los campos de visión 113 de los canales ópticos 115, lo que puede aumentar adicionalmente la calidad de imagen. Mediante la provisión de la capa antirreflexión en el lado 122 del guaiondas 120 puede evitarse una reflexión de la luz que llega, que aparece por ejemplo en el caso de una dispersión difusa en el plano de objeto.

55 En ejemplos de realización, la disposición óptica 100 presenta además una o varias fuentes de luz 150 y filtros ópticos asociados. Por ejemplo, las una o varias fuentes de luz 150 están configuradas para suministrar luz 101 con un ancho de banda espectral de entrada para su acoplamiento en el guaiondas 120. Además, los filtros ópticos pueden estar configurados para modificar el ancho de banda espectral de entrada de la luz 101 suministrada por las una o varias fuentes de luz 150. En este caso, la disposición óptica 100 está configurada para recibir la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111 con un ancho de banda espectral de salida modificado para la iluminación del plano de objeto 111.

60 En otros ejemplos de realización, la disposición óptica 100 presenta las una o varias fuentes de luz 150. Por ejemplo, las una o varias fuentes de luz 150 están configuradas para suministrar luz 101 con un ancho de banda

espectral de entrada para su acoplamiento en el guiaondas 120. Además, el guiaondas 120 puede estar configurado para modificar el ancho de banda espectral de entrada des de la luz 101 suministrada por las una o varias fuentes de luz 150. En este caso, la disposición óptica 100 está configurada para recibir la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111 con un ancho de banda espectral de salida modificado para la iluminación del plano de objeto 111.

En otros ejemplos de realización, el ancho de banda espectral de salida modificado es menor que el ancho de banda espectral de entrada.

Por tanto puede conseguirse una modificación de la característica espectral para la iluminación del plano de objeto. Los filtros ópticos pueden usarse, por ejemplo, para limitar el ancho de banda espectral de la luz de iluminación. Por ejemplo, los filtros ópticos pueden estar dispuestos aguas debajo de las una o varias fuentes de luz. Para la limitación del ancho de banda espectral de la luz de iluminación mediante los filtros ópticos, el acoplamiento de luz puede producirse por ejemplo en perpendicular al guiaondas configurado como placa de guiaondas de luz. En el caso de un acoplamiento de luz perpendicular en el guiaondas puede usarse, por ejemplo, una estructura desviadora que desvía la luz que incide perpendicularmente de las una o varias fuentes de luz, de modo que la misma se acopla lateralmente en la placa de guiaondas de luz o el guiaondas y se conduce lateralmente. Además, la modificación de la luz de iluminación puede provocarse mediante una combinación con una microóptica de generación de haz adicional (por ejemplo microlente), que está situada aguas debajo de las una o varias fuentes de luz.

Además, el guiaondas o la placa de guiaondas de luz o el sustrato de guía de luz pueden constituir en sí mismos un vidrio de filtro de volumen espectral (por ejemplo sin usar filtros ópticos adicionales). El uso del sustrato de guía de luz como, por ejemplo, vidrio de filtro de volumen espectral permite por tanto la iluminación del plano de objeto exclusivamente en un rango infinito (por ejemplo rango paso banda del vidrio de filtro) y la absorción de un rango espectral complementario al mismo (por ejemplo rango de absorción del vidrio de filtro). Por tanto, la característica espectral de la iluminación del plano de objeto puede modificarse adecuadamente.

En ejemplos de realización puede variarse lateralmente entre estructuras de desviación 130 adyacentes un parámetro de las mismas, describiendo el parámetro una propiedad de un perfil de superficie.

En ejemplos de realización, este parámetro (por ejemplo radio de curvatura o sección cónica del perfil de superficie de una microlente) puede variarse lateralmente de tal manera que una eficacia de desacoplamiento de estructuras de desviación o microlentes que se encuentran en la proximidad de un área de acoplamiento de luz o en áreas marginales del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz es menor en comparación con una eficacia de desacoplamiento de estructuras de desviación o microlentes que se encuentran en un área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz. Mediante una mayor eficacia de desacoplamiento de las estructuras de desviación o microlentes en un área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz pueden compensarse pérdidas de reflexión total, que aparecen durante la conducción lateral de la luz desde el área de acoplamiento de luz hasta el área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz, de modo que en el plano de objeto puede lograrse una iluminación esencialmente homogénea.

En el ejemplo de realización con microlentes azogadas (o dotadas de la capa reflectante) en el lado de imagen (lado 124) del guiaondas 120 puede conseguirse una aumento de la eficacia de desacoplamiento, por ejemplo mediante una reducción del radio de curvatura con, por ejemplo, la misma superficie de las microlentes. Con un radio de curvatura constante puede conseguirse además, con un determinado valor (negativo) de sección cónica, un máximo de eficacia de desacoplamiento. Valores de sección cónica alrededor de este máximo local conducen a una disminución creciente de la eficacia de desacoplamiento.

Además, en otros ejemplos de realización, puede variarse lateralmente la densidad de ocupación de superficie de las estructuras de desviación 130 sobre el guiaondas 120. Haciendo referencia a las figuras 2 y 4, la densidad de ocupación de superficie se define por ejemplo localmente por una ocupación de la superficie de una respectiva zona muerta 119 con las estructuras de desviación 130 o las microlentes 330. Por ejemplo, la densidad de ocupación de superficie de las estructuras de desviación o microlentes en un área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz puede ser mayor que en áreas marginales del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz (área de acoplamiento de luz), encontrándose el área de acoplamiento de luz más próxima a las fuentes de luz colocadas lateralmente. Mediante una mayor densidad de ocupación de superficie en el área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz se obtiene una eficacia de desacoplamiento esencialmente mayor en esta área central, de modo que pueden compensarse a su vez pérdidas de reflexión total durante la conducción de luz lateral en el guiaondas desde el área de acoplamiento de luz hasta el área central del guiaondas o de la placa de guiaondas de luz. Esto es ventajoso en el sentido de que sobre el plano de objeto puede lograrse una iluminación homogénea.

En otros ejemplos de realización puede variarse lateralmente una forma de las estructuras de desviación 130 o el número de estructuras de desviación 130 por superficie de las zonas muertas 119 en las que están dispuestas las

estructuras de desviación 130 sobre el guíaondas 120. En este caso, la disposición óptica 100 está configurada, por ejemplo, para recibir en el plano de objeto 111 una distribución espacial predefinida de la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111. Por tanto puede conseguirse en ejemplos de realización una modificación de la característica espacial de la distribución de luz sobre la superficie de objeto (o en el plano de objeto).

5 Una adaptación de la forma de las microestructuras o estructuras de desviación se produce, por ejemplo, por que el radio de curvatura, la sección cónica o los coeficientes polinómicos de una descripción de superficie de forma libre de las mismas se modifican lateralmente sobre el guíaondas. Mediante la variación lateral de la forma de las estructuras de desviación sobre el guíaondas puede posibilitarse una optimización de la eficacia y/o de la intensidad de iluminación y/o de la distribución de intensidad de iluminación sobre la superficie de objeto o en el plano de objeto. Además, mediante la variación lateral del número de estructuras de desviación por superficie de las zonas muertas o mediante la adaptación de la cantidad de microestructuras (variación del número de elementos estructurales o estructuras de desviación por intervalo de superficie o zona muerta) puede conseguirse, por un lado, una homogeneidad lo mayor posible o, por otro lado, una no homogeneidad controlada de la intensidad de iluminación sobre la superficie de objeto o en el plano de objeto. La generación de la no homogeneidad controlada de la intensidad de iluminación sobre la superficie de objeto puede usarse por ejemplo para posibilitar la iluminación de solo zonas seleccionadas de la superficie de objeto.

20 En otros ejemplos de realización, el guíaondas 120 presenta una pluralidad de diafragmas, que están asociados a las estructuras de desviación 130 dispuestas en las zonas muertas 119. Por ejemplo, los diafragmas presentan en cada caso una apertura de diafragma, que están configuradas para variar la transmisión de la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111, para ajustar una distribución angular de la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111.

25 En otros ejemplos de realización se varía una peculiaridad estructural de las estructuras de desviación 130 sobre el guíaondas 120, lateralmente y/o en dirección al plano de objeto 111. Por ejemplo, las estructuras de desviación 130 están configuradas para recibir una distribución angular predefinida de la luz 101 desviada en dirección al plano de objeto 111.

30 Por tanto puede conseguirse una modificación de la característica, dependiente del ángulo, de la luz de iluminación. Esto se implementa por ejemplo al usar una combinación de las estructuras de desviación (microestructuras) con diafragmas variables zonales o que se encuentran por encima de la celda unitaria (zona muerta) de una respectiva estructura de desviación (es decir diafragmas cuya respectiva apertura de diafragma puede variarse), para ajustar o influir en la característica de irradiación angular o la distribución angular de la luz desviada en dirección al plano de objeto. La previsión de diafragmas que están asociados a las estructuras de desviación dispuestas en las zonas muertas sirve, por ejemplo, para una iluminación de campo oscuro o para evitar reflejos directos sobre el plano de objeto. La respectiva apertura de diafragma de los diafragmas puede ajustarse, por ejemplo, de modo que se evitan ángulos de incidencia pequeños de la luz de iluminación con respecto a la normal del plano de objeto. Esto puede producirse, por ejemplo, mediante el uso de diafragmas anulares, azogados por un lado. Las superficies azogadas de los diafragmas están orientadas, por ejemplo, hacia el sistema de formación de imágenes multicanal 110.

45 Para la variación de la peculiaridad estructural de las estructuras de desviación en dirección al plano de objeto pueden disponerse por ejemplo diversas estructuras de desviación en el lado 124 dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal y en el lado 122 dirigido hacia el plano de objeto del guíaondas.

50 Además puede usarse una combinación de diversas estructuras de desviación (microestructuras), que es posible tanto lateral como axialmente (es decir, la peculiaridad estructural de las estructuras de desviación sobre el guíaondas se varía lateralmente y/o en dirección al plano de objeto), para conseguir en la mezcla de efectos de todas las estructuras un comportamiento de irradiación angular especial.

La combinación de las diversas estructuras de desviación comprende por ejemplo una combinación de microestructuras con superficies rugosas o estructuras de dispersión estadísticas.

55 En otros ejemplos de realización, la disposición óptica 100 presenta además un dispositivo de motor, que está configurado para mover de manera controlada el sistema de formación de imágenes multicanal 110 en dirección al plano de objeto 111 y en dirección al plano de imagen 112. El dispositivo de motor está configurado, por ejemplo, de modo que se conserva esencialmente una escala de proyección de los canales ópticos 115 con un movimiento del sistema de formación de imágenes multicanal 110 entre el plano de objeto 111 y el plano de imagen 112.

60 Ejemplos de realización comprenden por tanto una fuente de luz, que está montada lateralmente en al menos un lado frontal de una placa de guíaondas de luz y está realizada lo más pequeña posible, una placa de guíaondas de luz y en uno o ambos lados de la placa de guíaondas de luz estructuras de desviación o microestructuras realizadas localmente para la iluminación homogénea (o no homogénea de manera controlada) del campo de objeto o del plano de objeto.

Las fuentes de luz que se acoplan lateralmente pueden ser, por ejemplo, fuentes de luz LED, fuentes de luz OLED (*organic light emitting diode*), tubos de luz CCFL (*cold cathode fluorescent lamp*) (por ejemplo tubos de cátodo frío, tubos de descarga de gas) u otras fuentes de luz pequeñas.

5 Además, las fuentes de luz pueden estar constituidas, por ejemplo, por un gran número de fuentes de luz puntuales o formarse por superficies emisoras extendidas en la mayor medida posible a lo largo del lado mayor de la placa de guíaondas de luz conformada de manera rectangular o de la dimensión mayor de la placa de guíaondas de luz (por ejemplo focos de inundación).

10 En ejemplos de realización, la característica de irradiación angular de las fuentes de luz puede estar ajustada de modo que la misma se produce en la mayor medida posible en un intervalo angular grande (por ejemplo característica de irradiación de Lambert), para lograr una iluminación homogénea de toda la superficie de objeto.

15 En este caso ha de observarse, en particular, que la irradiación angular en el plano lateral ha de corresponder en la mayor medida posible a una distribución de Lambert (densidad de radiación en todas las direcciones dentro del intervalo angular de -90° a 90° constante), mientras que la irradiación angular en el plano perpendicular al mismo ha de producirse en la mayor medida posible solo dentro del intervalo angular de la reflexión total en el guíaondas de luz 120. Esto implica en cierto modo un acoplamiento óptimo de luz en el guíaondas de luz.

20 En otros ejemplos de realización, la característica de irradiación angular de las fuentes de luz puede generarse en cambio mediante fuentes de luz con una característica de irradiación angular muy restringida, para de ese modo lograr una iluminación, dependiente de la dirección, de la superficie de objeto o del plano de objeto.

25 Además pueden proporcionarse diversas propiedades espectrales de la luz de iluminación o de las fuentes de luz. Así puede usarse por ejemplo luz de banda ancha espectral (por ejemplo luz blanca), luz de banda estrecha espectral (por ejemplo iluminación monocolor) o una combinación de emisiones de luz de banda estrecha (por ejemplo combinación de los colores de iluminación rojo, verde, azul; controlables individualmente en intensidad).

30 En ejemplos de realización la placa de guíaondas de luz puede presentar un material con un índice de refracción superior con respecto al entorno (por ejemplo aire). La placa de guíaondas de luz puede estar compuesta, por ejemplo, por vidrio, plástico otro material transparente para un intervalo de longitudes de onda seleccionado. Además la placa de guíaondas de luz puede ser planoparalela (planar) al menos en las áreas de los campos de visión de los canales ópticos del sistema de formación de imágenes multiapertura.

35 En ejemplos de realización, la distribución local de las estructuras de desviación o de las microestructuras está adaptada de modo que éstas se encuentran en las zonas fuera de los campos de visión de los canales ópticos del sistema de formación de imágenes multiapertura sobre la placa de guíaondas de luz. En este caso son posibles por ejemplo las siguientes disposiciones. La distribución local de las estructuras de desviación o microestructuras puede caracterizarse por ejemplo por una rejilla regular (por ejemplo cartesiana, hexagonal y similares), una distribución irregular (por ejemplo distribución estadística u otra distribución para la adaptación de la ocupación de superficie) o una combinación de las mismas.

45 El material de las estructuras de desviación o de las microestructuras ha de coincidir en sus propiedades ópticas (transmisión, índice de refracción, etc.) en la mayor medida posible adecuadamente con el de la placa de guíaondas de luz. Pueden estar compuestas por ejemplo igualmente de vidrio, plástico, polímero o material fotosensible.

50 En ejemplos de realización son posibles diversas propiedades de forma de las estructuras de desviación o microestructuras. Para las estructuras de desviación o microestructuras pueden usarse por ejemplo perfiles de superficie lenticulares (por ejemplo microlentes con radio de curvatura $R=1/c$ y sección cónica k), estructuras piramidales o cónicas (por ejemplo para conseguir una distribución especial de los ángulos de iluminación), áreas de superficie rugosas (áreas de dispersión de luz), estructuras difractivas (por ejemplo rejilla de difracción, nanoestructuras) o formas mixtas de la mismas. En caso de usar perfiles de superficie lenticulares, un perfil de superficie, que describe la altura de estructura z a través de una coordenada radial r desde un centro, viene dado por ejemplo por la siguiente relación:

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}}$$

En ejemplos de realización es ventajosa una variación local o variación lateral del parámetro de las estructuras de

desviación (microestructuras). La variación de parámetro local puede usarse, por ejemplo, para conseguir una iluminación de campo de objeto homogénea. En la medida en que se usen perfiles de superficie lenticulares (por ejemplo microlentes), una adaptación por ejemplo del radio de curvatura R y de la sección cónica k permite una adaptación de la eficacia de desacoplamiento en función de la posición sobre la placa de guíaondas de luz. Además
 5 puede implementarse la variación de parámetro local mediante una variación del tamaño de las estructuras de desviación o microlentes (por ejemplo diámetro, altura). Por lo demás pueden integrarse por ejemplo otras microlentes más pequeñas en espacios intermedios más pequeños de los campos de visión de canales de formación de imágenes ópticos adyacentes (en el interior de las zonas muertas). En este caso puede usarse por ejemplo una mezcla de diversos tamaños de las mismas o un relleno de superficie diferente.

10 En ejemplos de realización puede variarse una ocupación de superficie o la densidad de ocupación de superficie de las estructuras de desviación o microestructuras colocadas en el área (zona muerta) alrededor de los campos de visión de los canales de formación de imágenes ópticos a través de la superficie del guíaondas o de la placa de guíaondas de luz. La variación de la densidad de ocupación de superficie posibilita la adaptación de la cantidad de luz desacoplada del guíaondas de luz en dirección al objeto o al plano de objeto de manera correspondiente a una distancia de un respectivo elemento de superficie del guíaondas de luz con respecto a las fuentes de luz colocadas lateralmente. Esto da como resultado una mejora de la homogeneidad de iluminación sobre la superficie de objeto extendida (plano de objeto). En el caso de perfiles de superficie lenticulares (por ejemplo microlentes), esto es posible por ejemplo mediante microlentes adicionales en el interior de las áreas permitidas (es decir en las zonas muertas fuera de los campos de visión de los canales ópticos del sistema de formación de imágenes) o mediante omisión controlada de determinadas áreas (huecos).

25 Para reflejar sin pérdidas en la mayor medida posible la luz conducida en el guíaondas o los rayos incidentes y por tanto conseguir una mayor eficacia de iluminación, puede revestirse la superficie de las estructuras de desviación, como por ejemplo las microlentes, con una capa reflectante (por ejemplo metal, recubrimiento dieléctrico), tal como se explicó por medio de la figura 3.

30 Además, al prever una capa antirreflexión en el lado dirigido hacia el plano de objeto del guíaondas, tal como ya se ha descrito, puede conseguirse una supresión de reflejos de las superficie límite planares, en el lado de objeto, del guíaondas de luz para evitar reflejos hacia atrás hacia el interior de los campos de visión individuales de los canales de formación de imágenes.

35 En ejemplos de realización puede preverse un azogado de áreas de superficie lateral más pequeñas del guíaondas o de la placa de guíaondas de luz, con las que no limita ninguna fuente de luz o a las que no se acopla nada de luz, para evitar de este modo una salida de la luz en estas superficies. Por tanto puede minimizarse una pérdida de luz en áreas de superficie lateral del guíaondas o de la placa de guíaondas de luz.

40 En ejemplos de realización, las estructuras de desviación o microestructuras pueden estar realizadas de manera adaptativa (por ejemplo como microlentes de cristal líquido), para configurar así la eficacia de desacoplamiento de manera variable en el tiempo.

45 Ejemplos de realización de la presente invención crean un procedimiento para la exploración óptica de un plano de objeto en campos de visión contiguos o solapados en el plano de objeto de una pluralidad de canales ópticos de un sistema de formación de imágenes multicanal. El procedimiento presenta, por ejemplo, las siguientes etapas. Se conduce lateralmente luz en un guíaondas, que está dispuesto entre el plano de objeto y el sistema de formación de imágenes multicanal. En este caso, el guíaondas presenta una pluralidad de estructuras de desviación, que están dispuestas en un lado dirigido hacia el plano de objeto y/o en un lado dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal del guíaondas. Además, las estructuras de desviación están dispuestas en zonas muertas entre los campos de visión de los canales ópticos. Finalmente, la luz conducida en dirección al plano de objeto se desvía
 50 con las estructuras de desviación, de modo que se ilumine el plano de objeto.

55 Los ejemplos de realización descritos anteriormente representan únicamente una ilustración de los principios de la presente invención. Se entiende que modificaciones y variaciones de las disposiciones y particularidades descritas en el presente documento resultarán obvias para otros expertos. Por tanto se pretende que la invención solo esté limitada por el alcance de protección de las reivindicaciones siguientes y no por las particularidades específicas que se han presentado en el presente documento por medio de la descripción y la explicación de los ejemplos de realización.

60 Ejemplos de realización de la presente invención crean una disposición óptica con un módulo de iluminación extremadamente delgado para conseguir una iluminación con luz reflejada para un sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de formación de imágenes multicanal con una distancia de trabajo reducida del orden de unos pocos milímetros.

A diferencia de algunas técnicas conocidas, en las que se produce una limitación a la luz transmitida y que están

limitadas de este modo solo a usos de toma de imágenes de objetos (semi)transparentes o luminosos, con la disposición óptica según la invención también puede posibilitarse la observación de objetos no transparentes y no luminosos en caso de iluminación con luz reflejada.

5 Ejemplos de realización crean además un diseño en el que las estructuras de desviación o microestructuras presentan una eficacia de desacoplamiento de luz dependiente del lugar. Esto es ventajoso en el sentido de que, de este modo, puede garantizarse una iluminación de objeto homogénea.

10 El efecto del dispositivo de iluminación o del módulo de iluminación en un sistema de formación de imágenes microóptico o de la disposición óptica según la invención consiste en que el área de objeto puede iluminarse (de la manera más homogénea posible). La ventaja de la disposición óptica según la invención consiste, sobre todo, en que puede iluminarse una gran superficie de objeto de manera homogénea, sino perjudicar a este respecto el sistema de formación de imágenes multiapertura o sistema de formación de imágenes multicanal (especialmente por lo que respecta a la compacidad y la longitud constructiva corta).

15 La presente invención puede usarse, por ejemplo, para la toma de imágenes microscópica, la inspección de superficies de objeto no transparentes y no luminosas (por ejemplo perfiles de superficie de un dedo, superficies técnicas, obleas de silicio estructuradas), la grabación documental, la toma de imágenes de fluorescencia (de manera similar a una disposición de epifluorescencia) o cámaras multiapertura en tomas en primer plano extremas
20 con una distancia de objeto de unos pocos milímetros.

REIVINDICACIONES

1. Disposición óptica (100) con las siguientes características:

- 5 un sistema de formación de imágenes multicanal (110) para la exploración óptica de un plano de objeto (111) con campos de visión (113) contiguos o solapados en el plano de objeto (111) de una pluralidad de canales ópticos (115) del sistema de formación de imágenes multicanal (110), estando configurado el sistema de formación de imágenes multicanal (110) para proyectar ópticamente el plano de objeto (111) a través de la pluralidad de canales ópticos (115) sobre un plano de imagen (112); y
- 10 un guiaondas (120), que está dispuesto entre el plano de objeto (111) y el sistema de formación de imágenes multicanal (110), para conducir luz (101) lateralmente en el guiaondas (120), presentando el guiaondas (120) una pluralidad de estructuras de desviación (130), que están dispuestas en un lado (122) dirigido hacia el plano de objeto (111) y/o en un lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120),
- 15 estando dispuestas las estructuras de desviación (130) en zonas muertas (119) entre los campos de visión (113) de los canales ópticos (115) y estando configuradas las estructuras de desviación (130) para desviar la luz (101) conducida en dirección al plano de objeto (111), de modo que se ilumine el plano de objeto (111).
- 20 2. La disposición óptica (100) según la reivindicación 1, en la que el sistema de formación de imágenes multicanal (110) presenta para cada canal óptico (115) un sistema óptico (114) con un diafragma de campo, que determina el campo de visión (113) del respectivo canal (115).
3. La disposición óptica (100) según la reivindicación 1 o 2, en la que el sistema de formación de imágenes multicanal (110) está configurado para proyectar el plano de objeto (111) a través de la pluralidad de canales ópticos (115) sobre un plano de imagen (112), de modo que en el plano de imagen (112) se obtiene un factor de llenado de entre el 90 y el 100 %.
- 25 4. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que las estructuras de desviación (130) en el lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120) están configuradas para dispersar o para reflejar la luz (101) conducida en dirección al plano de objeto (111).
- 30 5. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que las estructuras de desviación (130) en el lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120) presentan una pluralidad de microlentes (330), que están abombadas en dirección al sistema de formación de imágenes multicanal (110) y dotadas de una capa reflectante (332).
- 35 6. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que las estructuras de desviación (130) en el lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120) están dispuestas en espacios de rejilla de una rejilla (205), presentando el sistema de formación de imágenes multicanal (110) para cada canal (115) un sistema óptico (114), estando dispuestos los ejes ópticos (117) de los canales (115) en espacios de rejilla intermedios de la rejilla (205).
- 40 7. La disposición óptica (100) según la reivindicación 6, en la que la rejilla (205) es una rejilla hexagonal o cartesiana regular.
- 45 8. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que entre estructuras de desviación (130) adyacentes se varía lateralmente un parámetro de las mismas, describiendo el parámetro una propiedad de un perfil de superficie.
- 50 9. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que se varía lateralmente una densidad de ocupación de superficie de las estructuras de desviación (130) sobre el guiaondas (120).
- 55 10. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la densidad con la que están distribuidos lateralmente los ejes ópticos (117) de los canales ópticos (115) del sistema de formación de imágenes multicanal (110) es constante.
- 60 11. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que los campos de visión (113) de todos los canales (115) son iguales.
12. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 11, en la que las estructuras de desviación (130) en el lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120) presentan una pluralidad de microlentes adaptativas (330), estando las microlentes adaptativas (330) configuradas para variar temporalmente una eficacia de desacoplamiento de la luz (101) conducida en el guiaondas (120) en

dirección al plano de objeto (111).

13. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 12, que presenta además una o varias fuentes de luz (150) que están dispuestas lateralmente junto al guiaondas (120), estando las una o varias fuentes de luz (150) configuradas para acoplar luz (101) lateralmente en el guiaondas (120).

14. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 13, en la que los canales (115) del sistema de formación de imágenes multicanal (110) están distribuidos bidimensionalmente y el guiaondas (120) está configurado como placa de guiaondas de luz.

15. La disposición óptica (100) según la reivindicación 14, en la que la placa de guiaondas de luz (120) está conformada de manera rectangular, presentando la disposición óptica (100) además una o varias fuentes de luz (150), que están dispuestas lateralmente junto a la placa de guiaondas de luz (120) conformada de manera rectangular, estando las una o varias fuentes de luz (150) configuradas para acoplar luz desde un lado mayor (202) de la placa de guiaondas de luz (120) conformada de manera rectangular en la misma.

16. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 15, en la que el guiaondas (120) presenta una capa antirreflexión que está dispuesta en el lado (122) dirigido hacia el plano de objeto (111) del guiaondas (120), de modo que se impiden reflejos hacia atrás hacia el interior de los campos de visión (113) de los canales ópticos (115).

17. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 16, que presenta además una o varias fuentes de luz (150) y filtros ópticos asociados, estando las una o varias fuentes de luz (150) configuradas para suministrar luz (101) con un ancho de banda espectral de entrada para su acoplamiento en el guiaondas (120), estando los filtros ópticos configurados para modificar el ancho de banda espectral de entrada de la luz (101) suministrada por una o varias fuentes de luz (150), estando la disposición óptica (100) configurada para recibir la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111) con un ancho de banda espectral de salida modificado para la iluminación del plano de objeto (111).

18. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 17, que presenta además una o varias fuentes de luz (150), estando las una o varias fuentes de luz (150) configuradas para suministrar luz (101) con un ancho de banda espectral de entrada para su acoplamiento en el guiaondas (120), estando el guiaondas (120) configurado para modificar el ancho de banda espectral de entrada de la luz (101) suministrada por las una o varias fuentes de luz (150), estando la disposición óptica (100) configurada para recibir la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111) con un ancho de banda espectral de salida modificado para la iluminación del plano de objeto (111).

19. La disposición óptica (100) según la reivindicación 17 o 18, en la que el ancho de banda espectral de salida modificado es menor que el ancho de banda espectral de entrada.

20. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 19, en la que se varía lateralmente una forma de las estructuras de desviación (130) o el número de estructuras de desviación (130) por superficie de las zonas muertas (119), en las que están dispuestas las estructuras de desviación (130), sobre el guiaondas (120), estando la disposición óptica (100) configurada para recibir una distribución espacial predefinida de la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111) en el plano de objeto (111).

21. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 20, en la que el guiaondas (120) presenta una pluralidad de diafragmas que están asociados a las estructuras de desviación (130) dispuestas en las zonas muertas (119), presentando los diafragmas en cada caso una apertura de diafragma que está configurada para variar la transmisión de la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111), con el fin de ajustar una distribución angular de la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111).

22. La disposición óptica (100) según una de las reivindicaciones 1 a 21, en la que se varía lateralmente y/o en dirección al plano de objeto (111) una peculiaridad estructural de las estructuras de desviación (130) sobre el guiaondas (120), estando las estructuras de desviación (130) configuradas para recibir una distribución angular predefinida de la luz (101) desviada en dirección al plano de objeto (111).

23. Procedimiento para la exploración óptica de un plano de objeto (111) con campos de visión (113) contiguos o solapados en el plano de objeto (111) de una pluralidad de canales ópticos (115) de un sistema de formación de imágenes multicanal (110), estando el sistema de formación de imágenes multicanal (110) configurado para proyectar ópticamente el plano de objeto (111) a través de la pluralidad de canales ópticos (115) sobre un plano de imagen (112), con:

conducir lateralmente luz (101) en un guiaondas (120) que está dispuesto entre el plano de objeto (111) y el sistema de formación de imágenes multicanal (110), presentando el guiaondas (120) una pluralidad de estructuras de desviación (130) que están dispuestas en un

lado (122) dirigido hacia el plano de objeto (111) y/o en un lado (124) dirigido hacia el sistema de formación de imágenes multicanal (110) del guiaondas (120), estando dispuestas las estructuras de desviación (130) en zonas muertas (119) entre los campos de visión (113) de los canales ópticos (115) y

5 desviar la luz (101) conducida en dirección al plano de objeto (111) con las estructuras de desviación (130), de modo que se ilumine el plano de objeto (111).

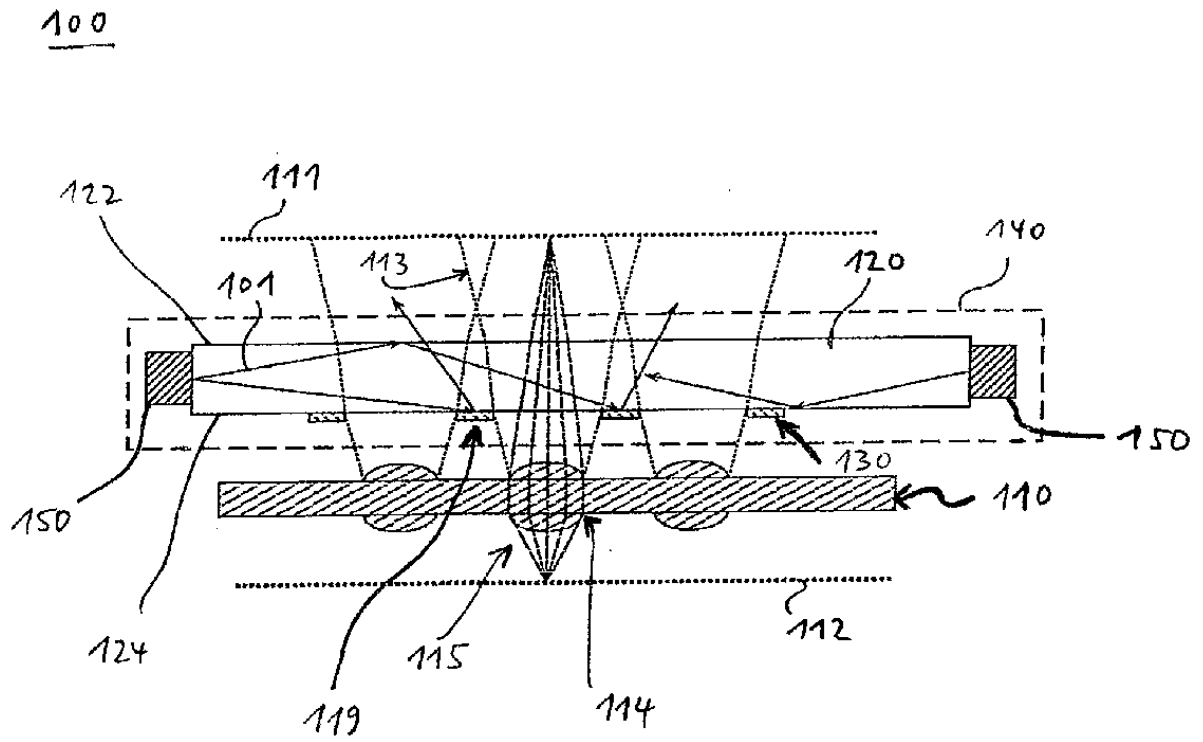


Fig. 1

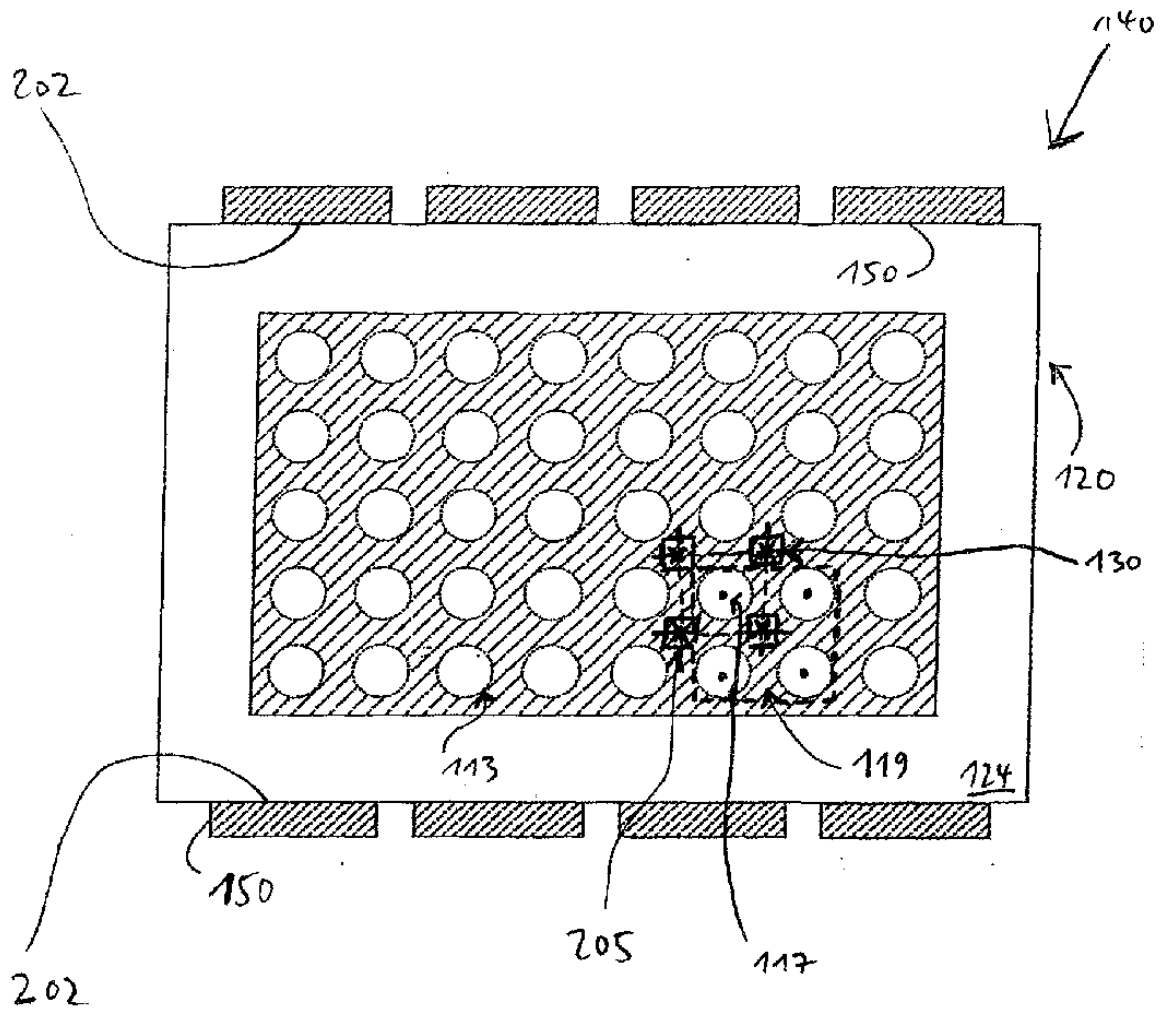


Fig. 2

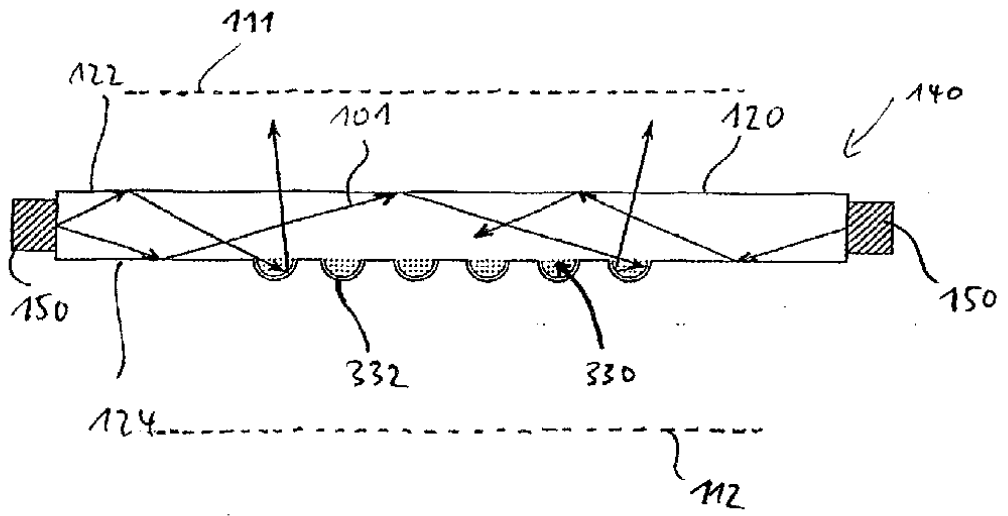


Fig. 3

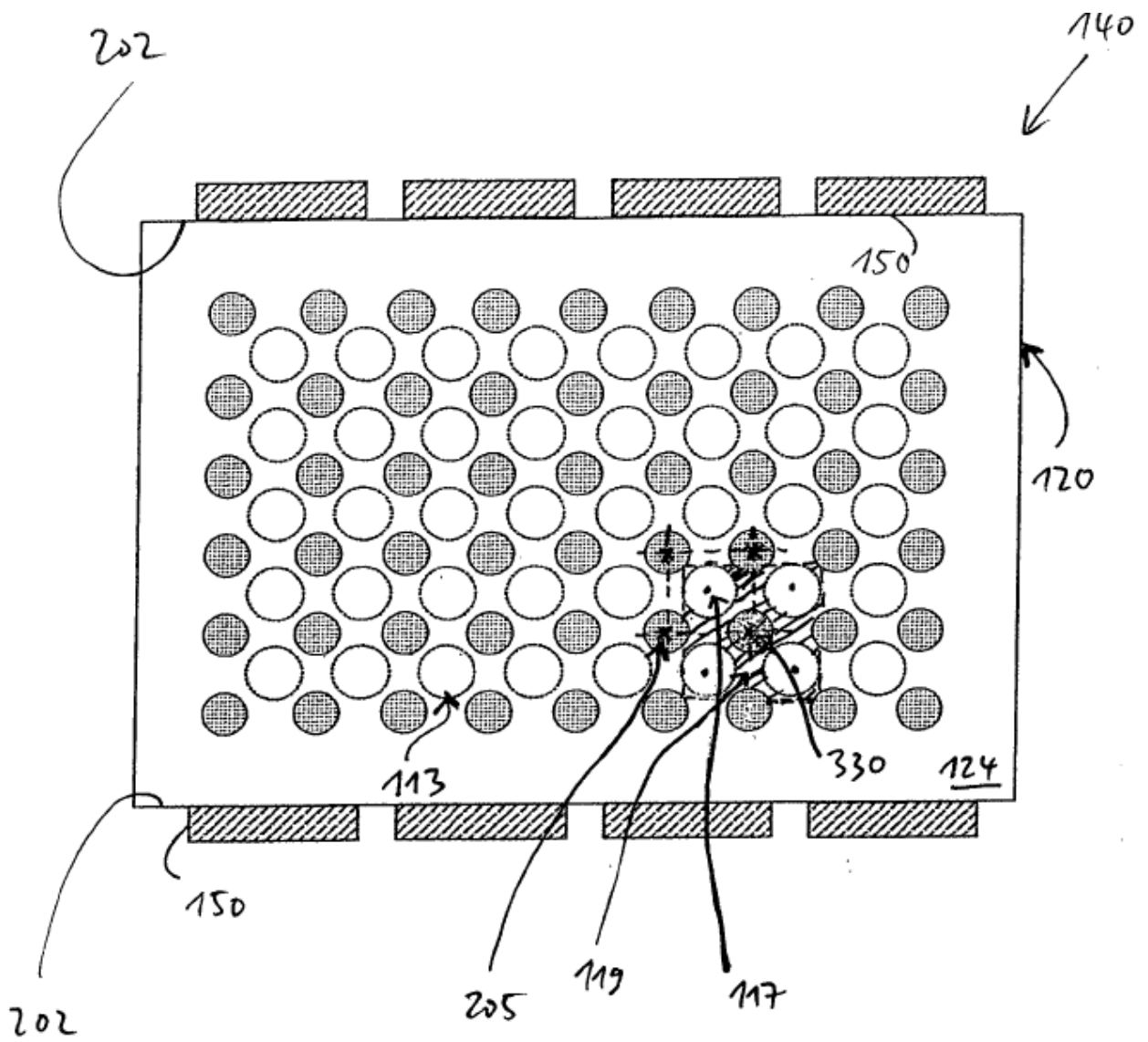


Fig. 4