

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 676**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/042** (2006.01)

**G06F 3/033** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2010 PCT/EP2010/000045**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.07.2010 WO10081652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2010 E 10702019 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2387744**

54 Título: **Dispositivo de navegación óptica**

30 Prioridad:

**19.01.2009 DE 102009005092**

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

**26.03.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DUPARRÉ, JACQUES;  
BRÜCKNER, ANDREAS y  
WIPPERMANN, FRANK**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 705 676 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

Dispositivo de navegación óptica

5 La invención se refiere a un dispositivo de navegación óptica sobre la base de una producción a escala de oblea, en el que tanto la trayectoria de iluminación como la óptica de representación están integradas en una estructura de soporte común. Los dispositivos de navegación óptica, según la invención, se utilizan para controlar un cursor en un aparato de salida de imagen o en el sector de la navegación con el dedo.

10 En el caso de los sensores de navegación óptica, una zona superficial de la llamada superficie de seguimiento (tracking surface) se ilumina de la manera más homogénea posible mediante una fuente de radiación electromagnética, por ejemplo, un LED o un diodo láser, y una óptica de formación de rayos correspondiente. A continuación, la superficie de seguimiento iluminada se representa directamente (en caso del LED) o el patrón speckle resultante en la superficie de seguimiento por reflexión (en caso del diodo láser) se representa en un sensor de imagen digital mediante una lente de objetivo. La grabación de la imagen se realiza sucesivamente en una secuencia muy rápida (1500-6000 imágenes por segundo). Las imágenes grabadas sucesivamente se correlacionan una con otra y el desplazamiento de las imágenes entre sí se utiliza por medio de estructuras representativas de la radiación, dispersada o difractada en la superficie de seguimiento, como medida del tamaño y de la velocidad del desplazamiento del aparato de entrada respecto a la superficie de seguimiento o de un objeto de referencia respecto al aparato de entrada. Esto se convierte a su vez en el movimiento del cursor del ratón en una pantalla.

Una miniaturización de tal sensor de navegación óptica se puede subdividir gradualmente en una miniaturización de la óptica de representación y una miniaturización de la óptica de iluminación. Por consiguiente, las dos ópticas se han de miniaturizar conjuntamente a fin de conseguir la mayor miniaturización total posible.

25 Para la miniaturización individual de la óptica de representación se ha de mencionar la disposición de varios canales descrita en el documento DE102007042984.

30 Son conocidas también disposiciones ópticas de un canal para la iluminación y la representación de la superficie de seguimiento. Sin embargo, éstas tienen en principio desventajas correspondientes debido a la miniaturización progresiva y a las distancias focales cortas resultantes de lo anterior. El documento GB2400714A da a conocer un módulo de navegación óptica de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Los documentos US2007/215793A1 y WO2009/033551A1 divulgan otros módulos de navegación óptica conocidos. Durante la miniaturización de la estructura óptica se originan problemas con la diagonal dada del sensor de imagen, porque una reducción de la longitud constructiva para las zonas exteriores de la imagen implica ángulos muy grandes respecto al eje óptico de la óptica (representación inversa) y, por tanto, la resolución de la representación se reduce considerablemente debido a aberraciones fuera de eje y el brillo se reduce considerablemente debido al viñeteado natural en el borde de la imagen.

40 En la misma medida, la reducción de la estructura existente constituye un requisito para la trayectoria de iluminación, porque una reducción de la estructura total significa no sólo una reducción de la óptica que representa la superficie de seguimiento, sino también de la distancia del objeto. Debido a una distancia menor del objeto, la radiación de iluminación incidiría en la presente configuración en un ángulo muy plano sobre la superficie de seguimiento, lo que provoca una iluminación no homogénea y una eficiencia reducida (radiación útil/radiación emitida). Además, se necesita un gran número de reflexiones de la radiación de iluminación, lo que provoca una dispersión elevada y una luz falsa y reduce, por tanto, el contraste de la imagen. Asimismo, la separación de la óptica de representación y de iluminación limita otra miniaturización.

50 Partiendo de esto, es objetivo de la presente invención proporcionar un dispositivo de navegación óptica que elimine las desventajas conocidas del estado de la técnica y sea un dispositivo miniaturizado que posibilite, por una parte, una iluminación homogénea del objeto a representar y una representación eficiente en el sensor de imagen.

Este objetivo se consigue mediante el dispositivo de navegación óptica con las características de la reivindicación 1 y el aparato de entrada con las características de la reivindicación 13. En la reivindicación 14 se indican utilidades según la invención. Las demás reivindicaciones dependientes muestran variantes ventajosas.

Según la invención se proporciona un dispositivo de navegación óptica que está fabricado mediante la tecnología de oblea y presenta los siguientes componentes:

60 a) un conjunto de sensores de imagen con una pluralidad de unidades de sensor de imagen dispuestas en forma de conjunto con al menos una superficie fotosensible en cada caso,

65 b) al menos un conjunto de microlentes asignado al conjunto de sensores de imagen y dispuesto entre un objeto a representar y el conjunto de sensores de imagen, estando asignada a cada unidad de sensor de imagen al menos una microlente, así como

c) al menos una fuente de radiación con al menos una óptica correspondiente de formación de rayos.

La característica esencial de este dispositivo es que el conjunto de sensores de imagen y la al menos una fuente de radiación están dispuestos conjuntamente en la misma estructura de soporte, así como que al menos un conjunto de microlentes y al menos una óptica de formación de rayos están dispuestos conjuntamente en el mismo sustrato ópticamente transparente.

El dispositivo según la invención presenta también al menos una capa de diafragma de apertura que está hecha de un material absorbente o un material reflectante al menos en un lado y está dispuesta entre el sustrato ópticamente transparente y el conjunto de microlentes o la óptica de formación de rayos, impidiendo la capa de diafragma de apertura en la zona del conjunto de microlentes la penetración de radiación entre las microlentes del conjunto de microlentes y posibilitando en la zona de la óptica de formación de rayos una limitación del ángulo de radiación de la radiación procedente de la fuente de radiación, estando situada en el lado, opuesto al conjunto de microlentes, del sustrato ópticamente transparente al menos una capa de diafragma hecha de un material absorbente o un material reflectante en al menos un lado, suprimiendo la al menos una capa de diafragma en la zona del conjunto de microlentes una diafonía óptica entre canales ópticos individuales del conjunto de sensores de imagen e impidiendo en la zona de la óptica de formación de rayos que la radiación de la fuente de radiación llegue directamente a superficies fotosensibles de las unidades de sensor de imagen.

El dispositivo según la invención está caracterizado esencialmente por que

- la óptica de iluminación y la óptica de representación microóptica están dispuestas en una estructura de soporte común,
- una disposición de óptica de uno o varios canales para el conjunto de iluminación está integrada en el dispositivo,
- una disposición de óptica de varios canales está presente en el conjunto de representación y
- una integración de la al menos una fuente de radiación en la misma placa de circuito impreso electrónica o incluso en la misma sección de sustrato de semiconductor que el conjunto de sensores de imagen.

El resultado de esta medida es una miniaturización lo más grande posible del sensor de navegación óptica. La miniaturización significa aquí la reducción del volumen total, pero sobre todo la implementación de una estructura lo más delgada posible (altura constructiva inferior a 2 mm). Asimismo, mediante la utilización de métodos de fabricación microópticos en la escala de oblea, entre otros, la producción paralela de conjuntos de microlentes de representación y óptica de formación de rayos en el mismo soporte de sustrato, se puede conseguir una reducción de los costos de fabricación con un número correspondientes de partes. Una distancia de iluminación más corta, conseguida mediante la miniaturización, y el ángulo de incidencia adicionalmente mayor en determinadas circunstancias garantizan una eficiencia de iluminación mayor, lo que provoca una relación de señal-ruido mayor o, en caso de una fuente de luz atenuada, un menor consumo de corriente. Esto último es relevante sobre todo con respecto al uso en terminales portátiles.

Mediante la disposición de una fuente o de fuentes de radiación y detectores en una estructura de soporte común se consigue desde un principio una superficie básica pequeña del sensor de navegación óptica y se prepara el camino para métodos de ensamblaje completamente nuevos, entre otros, mediante una precisión claramente elevada de las posiciones relativas de la fuente de iluminación y del conjunto de sensores de imagen, así como su disposición más o menos en un plano. Un módulo microóptico, es decir, un conjunto o conjuntos de microlentes con uno o varios componentes adicionales que se diferencian de los microlentes en al menos una propiedad, por ejemplo, el radio de curvatura, el diámetro lateral, la altura de la flecha, la distancia focal, el perfil superficial, se monta sobre esta estructura de soporte común para garantizar, por una parte, la iluminación de la superficie de seguimiento y, por la otra parte, la representación de la luz de iluminación dispersada o difractada en la misma.

En el lado de la representación, las partes de objeto correspondientes a las coordenadas de sensor de imagen no se transmiten de manera inclinada o en diagonal a través de la óptica, como ocurre en el caso de sensores de navegación óptica convencionales, sino en perpendicular. Las partes de objeto e imagen correspondientes están opuestas directamente entre sí, por lo que no se genera una representación inversa, sino una representación vertical. Cada parte de objeto se transmite aquí "dentro del eje", o sea, con un pequeño ángulo de incidencia respecto al eje óptico respectivo. A tal efecto, se requiere una representación de tipo conjunto, en la que a cada al menos un píxel de imagen se asigna su al menos microlente propia.

El conjunto de iluminación está caracterizado preferentemente por las siguientes características, indicándose características según la invención en la reivindicación 1:

- El conjunto de iluminación está situado con la óptica de representación en la misma estructura de soporte ópticamente transparente, por ejemplo, una sección compuesta de un sustrato de vidrio o una capa distanciadora de plástico, y está hecho del mismo material, en particular plástico, ORMOCER = copolímero inorgánico-orgánico, vidrio o sus compuestos.

- El conjunto de iluminación actúa de manera refractiva y/o reflectiva y/o difractiva para distribuir la radiación electromagnética de la fuente o las fuentes de radiación de la manera más homogénea posible sobre las zonas, observadas por la óptica de representación, de la superficie de seguimiento.
- A una fuente de radiación individual puede estar asignada una óptica de iluminación de varios canales, es decir, la óptica de iluminación puede estar disponible también como conjunto o disposición de elementos constructivos ópticos iguales o diferentes.
- En caso de varias fuentes de radiación, a una de las fuentes o también a un número de fuentes de radiación puede estar asignada una óptica de iluminación de varios canales.
- En caso de varias fuentes de iluminación, las zonas de la superficie de seguimiento, iluminadas mediante los canales individuales de la óptica de iluminación, pueden ser disjuntas o se pueden solapar al menos parcialmente entre sí.
- Entre la óptica de iluminación y la estructura de soporte ópticamente transparente puede estar situado un diafragma de apertura o una disposición de diafragma de apertura a una pequeña distancia axial de la óptica de iluminación. Se trata aquí de la misma capa que puede contener también una disposición de diafragma de apertura para la óptica de representación.
- La disposición de diafragma de apertura está compuesta de un material absorbente, por ejemplo, polímero de matriz negra, y/o de un material reflectante al menos en un lado, por ejemplo, un metal como el titanio, el cromo o el silicio nanoestructurado (black silicon).
- Entre la óptica de iluminación con disposición de diafragma de apertura asignada sobre la estructura de soporte ópticamente transparente y la sección de sustrato de semiconductor puede estar situado al menos un diafragma o una disposición de diafragma. Se trata de la misma capa, en la que una disposición de diafragma puede estar prevista también en el conjunto de iluminación. El diafragma o la disposición de diafragma sirve aquí para limitar el espectro angular de la radiación electromagnética de la fuente de radiación y en particular impide que la radiación de iluminación llegue directamente al conjunto de sensores de imagen.
- La disposición de diafragma está compuesta de un material absorbente, por ejemplo, un polímero de matriz negra, y/o de un material reflectante al menos en un lado, por ejemplo, un metal como el titanio, el cromo o el cromo negro o el silicio nanoestructurado (black silicon).
- Entre el soporte ópticamente transparente con al menos una disposición de diafragma puede estar situada una segunda óptica de formación de rayos, por ejemplo, una microlente, de un material ópticamente transparente, en particular plástico, ORMOCER = copolímero inorgánico-orgánico y/o vidrio.
- Esta segunda óptica de formación de rayos puede actuar de manera refractiva y/o reflectiva y/o difractiva para colimar y/o desviar la radiación electromagnética de la fuente o las fuentes de radiación de modo que se distribuyan de la manera más homogénea posible sobre la superficie de seguimiento en interacción con la óptica de iluminación.
- A una fuente de radiación individual puede estar asignada una segunda óptica de formación de rayos de varios canales, es decir, la segunda óptica de formación de rayos puede estar disponible también como conjunto o disposición de elementos constructivos ópticos iguales o diferentes, por ejemplo, como conjunto de microlentes.
- A partir de la interacción de una óptica de iluminación configurada como conjunto con una segunda óptica de formación de rayos configurada como conjunto con una distancia axial adaptada y eventualmente con un desplazamiento lateral de los centros respecto a la óptica de iluminación y la segunda óptica de formación de rayos se puede implementar especialmente una construcción para la homogeneización de la radiación de iluminación de manera similar al principio del condensador de panel.
- En caso de varias fuentes de radiación, a una de las fuentes de radiación o también a un número de fuentes de radiación puede estar asignada una segunda óptica de formación de rayos de varios canales.
- La segunda óptica de formación de rayos puede estar sustituida también por una capa distanciadora hecha de un material ópticamente transparente, en particular plástico, ORMOCER = copolímero inorgánico-orgánico o vidrio. En caso de un contacto eléctrico del sensor de imagen y/o de la fuente o las fuentes de radiación mediante alambres de conexión, dicha capa distanciadora está separada lateralmente de la capa distanciadora del conjunto de representación, pero se encuentra en la misma posición axial. En caso de un contacto eléctrico por el lado trasero (por ejemplo, "vía a través de silicio") del sensor de imagen y/o de la fuente o las fuentes se puede tratar de la misma capa distanciadora unida lateralmente o se puede prescindir de una estructuración lateral de la capa distanciadora.
- En el lado trasero (lado de la imagen o la fuente) de la segunda óptica de formación de rayos o de la capa distanciadora puede estar situado un diafragma o una disposición de diafragma asignado a la respectiva fuente de radiación. Éste sirve para limitar también el espectro angular de la radiación electromagnética de la fuente de radiación y especialmente para impedir que la radiación incida directamente a partir de las fuentes de radiación en el sensor de imagen. Dicho diafragma está compuesto de un material absorbente, por ejemplo, un polímero de matriz negra, y/o de un material reflectante al menos en un lado, por ejemplo, un metal como el titanio, el cromo o el cromo negro o el silicio nanoestructurado (black silicon).
- La capa distanciadora de la óptica de representación se puede diferenciar en su extensión lateral y su forma del borde y del perfil superficial de la capa asignada de la óptica de iluminación al estar prevista la misma, por ejemplo, como otra óptica de formación de rayos.
- La radiación electromagnética, emitida por la fuente de radiación, se distribuye mediante la óptica de iluminación eventualmente en interacción con la segunda óptica de formación de rayos sobre las zonas de la superficie de seguimiento observadas por la óptica de representación.

- El esquema de iluminación se configura preferentemente de tal modo que las zonas de la superficie de seguimiento se iluminan de la manera más homogénea posible, es decir, la intensidad de radiación de la iluminación deberá variar lo menos posible en el área de la superficie de seguimiento.

5 Todas las ópticas, capas de diafragma, capas de soporte o capas distanciadoras mencionadas tienen la propiedad de que junto con las respectivas ópticas, disposiciones de diafragma, capas de soporte o capas distanciadoras de la óptica de representación de varios canales están situadas lateralmente en una capa o están previstas como capa común en la óptica de representación e iluminación. Esto significa que las disposiciones de diafragma de la óptica de representación están hechas a partir del mismo material, pero se pueden diferenciar en su estructura lateral o propiedades, por ejemplo, distancia central, diámetro de apertura, forma del borde.

La óptica de representación está caracterizada preferentemente por las características siguientes, indicándose características según la invención en la reivindicación 1:

- A cada microlente del conjunto de microlentes está asignado al menos un detector (píxel).
- Cada microlente representa una zona de la superficie de seguimiento en esta al menos una unidad de sensor de imagen que es al menos tan grande como la distancia lateral de las microlentes. Esto garantiza una exploración sin vacíos de la superficie de seguimiento, lo que da como resultado una representación de 1:1, mientras que dentro de un canal, la zona del objeto se representa de manera reducida a un píxel.
- La óptica de representación de varios canales puede tener ejes ópticos inclinados (aumentando hacia el borde). Globalmente no está presente a continuación una representación de 1:1, porque el campo de objeto representado es superior al sensor de imagen. En este caso se ha de garantizar que en la distancia de trabajo deseada, las zonas de objeto asignadas a los canales ópticos individuales se apoyen exactamente una contra otra, es decir, la longitud de los cantos de la zona de objeto asignada a cada canal óptico es entonces mayor que la distancia de los microlentes.
- La distancia del objeto es de 0,1 a 1 mm en la aplicación como ratón óptico y de 0,1 mm a algunos metros en general como sensor de navegación óptica.
- La óptica de representación está compuesta de al menos un conjunto de microlentes con disposición de diafragma de apertura asignada a una pequeña distancia axial de la superficie de lente óptica.
- La disposición de diafragma de apertura tiene propiedades análogas a la disposición de diafragma de apertura del conjunto de iluminación, porque se trata de la misma capa, pero en general al menos una de las propiedades laterales, por ejemplo, el diámetro de apertura, la forma del borde, es distinta entre los diafragmas de apertura que están asignados a la óptica de iluminación y aquellos que están asignados a la óptica de representación.
- Entre el al menos un conjunto de microlentes con su disposición de diafragma de apertura asignada y el conjunto de sensores de imagen en una sección de sustrato de semiconductor está situada al menos una estructura de soporte ópticamente transparente, por ejemplo, una sección de sustrato de vidrio o capa distanciadora de plástico.
- Entre la estructura de soporte y el conjunto de detectores puede estar situada al menos una disposición de diafragma para suprimir la luz parásita, así como la diafonía óptica, es decir, la radiación dispersada por el objeto y detectada en un canal óptico que se representa de manera no deseada en un detector de otro canal de representación. Opcionalmente, en esta disposición de diafragma está situada en el lado de la imagen una capa distanciadora hecha de un material ópticamente transparente, por ejemplo, plástico, ORMOCER = copolímero inorgánico-orgánico o vidrio. La capa distanciadora en el lado de la imagen puede estar prevista de una manera estructurada lateralmente, por ejemplo, en caso de un contacto eléctrico del sensor de imagen y/o de la fuente o las fuentes de radiación.
- En el lado trasero de la capa distanciadora puede estar situada una disposición de diafragma directamente por delante de los detectores, que sirve para limitar la superficie fotoactiva de los elementos detectores y, por tanto, aumentar la resolución. La disposición de diafragma está compuesta de un material absorbente, por ejemplo, un polímero de matriz negra, y/o de un material reflectante al menos en un lado, por ejemplo, un metal como el titanio, el cromo o el cromo negro o el silicio nanoestructurado (black silicon).
- La óptica de representación está unida en el lado de la imagen directamente a un conjunto de detectores (sensor de imagen sección de semiconductor) para la grabación de imagen.
- La fuente de radiación y el sensor de imagen están situados al menos en la misma placa de circuito impreso (PCB) o incluso en la misma sección de semiconductor.

Aunque las disposiciones de diafragma de apertura y otras disposiciones de diafragma de la óptica de iluminación o representación están situadas en la misma capa, las mismas pueden estar configuradas en ambos conjuntos o también sólo en uno u otro conjunto o en ninguno de los dos.

60 En el caso del dispositivo según la invención, la microlente individual representa una imagen inversa de la zona de objeto opuesta a la misma. Dado que la microlente representa, sin embargo, sólo en un píxel, cada zona parcial de objeto asignada a una lente corresponde exactamente a un píxel. Los valores de píxel registrados proporcionan mediante una simple yuxtaposición la imagen de la superficie de seguimiento que tiene una resolución en correspondencia con el número de lentes en el conjunto de lentes.

En el borde del objeto, los canales distintos al centro del objeto transmiten respectivamente el punto del objeto, pero siempre hay un canal que transmite el punto del objeto con una incidencia casi perpendicular debido a la prolongación en forma de conjunto.

5 Mediante un número seleccionado de manera correspondiente y una disposición axial de conjuntos de diafragmas y espesores de capa, seleccionados de manera correspondiente, de capas intermedias transparentes se suprime en gran medida una diafonía de canales contiguos, que en caso contrario provocaría luz falsa y, por tanto, la reducción de la relación señal-ruido. Al mismo tiempo, sin embargo, el tamaño y la posición de la abertura deberán ser tales que el viñeteado de la luz útil deseada del canal individual sea mínimo.

10 Cuando se utilizan conjuntos de diafragmas, es necesario un ajuste lateral exacto del canal óptico (de la microlente) respecto al píxel o a los píxeles de detector correspondientes. Esto significa también que la disposición de las lentes ha de ser cuadrada o rectangular, si la disposición de los píxeles de detector está en correspondencia con esto. En esta variante, los píxeles de detector deberían ser claramente menores que la distancia de canal para conseguir una resolución adecuada, lo que da como resultado un factor de relleno reducido de los píxeles de detector en la matriz de sensor de imagen y una intensidad luminosa comparativamente reducida. Convenientemente, los fotodiodos grandes, no empaquetados densamente, con pequeños diafragmas no se deberán cubrir con este fin, sino que los fotodiodos deberán ser correspondientemente pequeños desde un inicio, lo que resulta ventajoso también para la relación de señal-ruido, y el espacio entre los fotodiodos se deberá utilizar en circuitos electrónicos para la lectura de imagen, la amplificación de la señal, el aumento de la sensibilidad, el mejoramiento de la relación de señal-ruido ("correlated double sampling") o en particular para el procesamiento de la imagen (cálculo del contraste, medición de la dirección del contraste, determinación del desplazamiento de la imagen (correlación), detección de flujo óptico, etc.).

25 El dispositivo según la invención se puede fabricar mediante la tecnología de oblea. Esto incluye la unión al sensor de imagen (pegado), la replicación UV de polímero en vidrio, el estampado en caliente, la estructura litográfica por capas en sensor de imagen, la separación mediante sierra de oblea, ventajosamente sólo después del acabado de toda la estructura por capas. Después de separarse los módulos (sólo la óptica o conjuntamente con el sensor de imagen), los lados (con polímero absorbente) se han de ennegrecer para evitar el acoplamiento lateral de luz falsa a través de las superficies frontales de sustrato. En caso de una unión a escala de oblea con el sensor de imagen es ventajoso un contacto por el lado trasero (por ejemplo, vía a través de silicio), porque de lo contrario las zonas de la óptica se han de cortar de manera que sean más pequeñas que las zonas del sensor de imagen a fin de mantener libre los pads de conexión para el contacto. Mediante la estructuración de la capa distanciadora en forma de plataforma en la zona activa del sensor de imagen se puede impedir, sin embargo, que durante el corte de la óptica se dañe el lado delantero de la oblea de sensor de imagen.

Por medio de las figuras siguientes se ha de explicar detalladamente el objeto según la invención, sin pretender limitarlo a las formas de realización especiales mostradas aquí. Muestran:

40 Fig. 1 la óptica de un dispositivo según la invención con fuente de luz desplazada lateralmente en una placa de circuito impreso común;

Fig. 2 la óptica de un dispositivo según la invención para la navegación óptica con el dedo con fuente de luz desplazada lateralmente en una placa de circuito impreso común;

45 Fig. 3 la óptica de un dispositivo según la invención con múltiples fuentes de luz desplazadas lateralmente en una placa de circuito impreso común;

Fig. 4 la óptica de un dispositivo según la invención para la navegación óptica con el dedo con fuente de luz desplazada lateralmente en una placa de circuito impreso común y con un vidrio de recubrimiento utilizado adicionalmente para el conjunto de iluminación;

Fig. 5 una óptica combinada de iluminación y representación del dispositivo con fuente de luz desplazada lateralmente en una placa de circuito impreso común;

55 Fig. 6 la óptica de un dispositivo según la invención con fuente de luz integrada en el sustrato de semiconductor del sensor de imagen;

Fig. 7 la óptica de un dispositivo según la invención con fuente de luz diseñada de manera plana e integrada en el sustrato de semiconductor del sensor de imagen;

Fig. 8a una vista esquemática en planta de un diseño plano de las fuentes de iluminación y la óptica de iluminación y Fig. 8b la misma construcción esquemática con fuente de luz microestructurada, es decir, pixelada, y controlable eléctricamente por separado;

65

Fig. 9 la óptica de un dispositivo según la invención con múltiples fuentes de luz microestructuradas e integradas en el sustrato de semiconductor del sensor de imagen en posiciones intermedias entre los canales de representación;

5 Fig. 10 la óptica de un dispositivo según la invención con ejes ópticos inclinados entre sí y múltiples fuentes de luz microestructuradas e integradas en el sustrato de semiconductor del sensor de imagen en posiciones intermedias entre los canales de representación;

10 Fig. 11 la óptica de un dispositivo mediante la utilización de una disposición de tipo conjunto de microtelescopios, es decir, tres microlentes situadas sucesivamente en un canal con representación de dos etapas, incluida la imagen intermedia, para el conjunto de representación y una óptica de formación de rayos individual en el conjunto de iluminación;

15 Fig. 12 la óptica de un dispositivo mediante la utilización de una disposición de tipo conjunto de microtelescopios, es decir, tres microlentes situadas sucesivamente en un canal con representación de dos etapas, incluida la imagen intermedia, para el conjunto de representación y una óptica de formación de rayos de varios canales con hasta tres conjuntos de microlentes situados sucesivamente en el conjunto de iluminación; y

20 Fig. 13 una vista en planta del dispositivo según la invención de acuerdo con las figuras 7 a 9 por medio de perfiles de altura de las microlentes individuales.

La figura 1 muestra una variante según la invención, en la que el semiconductor sensor de imagen 2 con píxeles de detector 20 y fuente de luz 4 (y reflector incluido eventualmente) está situado en un soporte electrónico común (PCB) 5, mediante el que se realiza el suministro de corriente y la transferencia de datos. Por tanto, la óptica compuesta del conjunto de microlentes 3 y de la óptica de formación de rayos periférica 26 se posiciona en el soporte transparente común 21. La superficie del sensor de imagen 2 sirve aquí como referencia mecánica (la óptica está en contacto directo con el mismo). La luz de la fuente de radiación 4 se distribuye en un área definida de la superficie de seguimiento 6 mediante la óptica de iluminación 26 (opcionalmente en interacción con la óptica de formación de rayos 24' y/o eventualmente el reflector de la fuente de iluminación en carcasa). La luz (se muestran rayos marginales 40) se distribuye lo más homogéneamente posible sobre el área de la superficie de seguimiento. Mediante el desplazamiento de la óptica de iluminación 26, 24' respecto al centro de la fuente 4 se puede conseguir una desviación del rayo en dirección del área observada de la superficie de seguimiento 6. El ángulo de radiación plano resultante genera también en caso de una iluminación incoherente, por ejemplo, LED, un contraste suficiente durante la dispersión de la luz en la microestructura de la superficie.

35 En el lado de la representación, a cada píxel de la disposición de detector 20 del sensor de imagen 2 está asignada una microlente propia del conjunto de microlentes 3 que representa una zona de objeto 60 en el mismo, cuya longitud de canto es exactamente tan grande como la distancia de las microlentes (importante para la conexión del campo de objeto y, por tanto, para una exploración completa de la superficie de seguimiento). El resultado global es una representación de 1:1, mientras que dentro de un canal, la zona del objeto se representa de manera reducida a un píxel. La zona observada de la superficie de seguimiento 6 tiene entonces al menos la misma extensión que la disposición de detector 20. Los rayos marginales respectivos 33, que son reflejados por el borde de la zona 60 (o 60') de la superficie de seguimiento asignada a una microlente 30 (o 30' para la lente contigua), se representan en el borde del píxel asignado, mientras que el centro de la zona (visible en rojo 31) se representa en el centro del píxel. El soporte ópticamente transparente 21 sirve, por una parte, como soporte mecánico para los elementos constructivos microópticos 3, 26 y asegura, por la otra parte, que los detectores 20 estén situados a una distancia axial correspondiente del conjunto de microlentes 3, de modo que éstas consiguen una representación enfocada nítidamente de la respectiva zona de objeto 60 o 60' en el detector asignado en cada caso.

50 La disposición de diafragma de apertura 22 impide en el lado de la representación la penetración de luz en las zonas situadas entre las lentes individuales (30, 30', etc.) del conjunto de microlentes 3. En la misma medida, el diafragma de apertura impide en el conjunto de iluminación que la luz de la fuente 4 sea irradiada en una dirección no deseada (por ejemplo, directamente hacia los detectores del sensor de imagen o desde la parte trasera hacia el conjunto de microlentes) (limitación del ángulo de radiación).

55 La al menos otra disposición de diafragma 23 sirve en el lado de la representación para suprimir la luz falsa y parásita, causada, por ejemplo, por la diafonía óptica. En el lado de la iluminación, ésta sirve para impedir que la luz llegue directamente de la fuente 4 a los detectores del sensor de imagen. Opcionalmente, a continuación de la disposición de diafragma 23 se puede encontrar una capa distanciadora 24 que es importante para la técnica de construcción y unión durante el montaje a escala de oblea. Por medio de la misma se producen cavidades entre la oblea de sensor y la oblea de óptica, entre las que están situados los pads de contacto eléctrico del sensor (y eventualmente también de las fuentes de iluminación). A continuación se puede cortar primero la oblea de óptica para poder acceder desde la parte delantera a las cavidades y los pads situados debajo, sin dañar la oblea de sensor. Si existe, sin embargo, un contacto eléctrico por el lado trasero (por ejemplo, "vía a través de silicio") del sensor de imagen y/o de la fuente o las fuentes de luz, estas cavidades no son necesarias y las capas distanciadoras 24 y 24' pueden representar la misma capa distanciadora unida lateralmente o no es necesaria una

estructuración lateral de la capa distanciadora.

En el lado trasero de la capa distanciadora 24 se puede utilizar en el lado de la representación una disposición de diafragma 25 para seguir limitando la superficie fotoactiva de los detectores individuales 20 con el fin de aumentar así la capacidad de resolución. La disposición de diafragma 25 no es necesaria, si los píxeles de detector son pequeños. En el lado de la iluminación, el diafragma o la disposición de diafragma 25 puede ser necesaria también eventualmente para limitar el espectro angular de la radiación electromagnética de la fuente 4, en particular especialmente con el fin de impedir que la luz llegue directamente de la fuente a los detectores del sensor de imagen.

Alternativamente (véase figura 2), el dedo humano puede servir como superficie de seguimiento 6, por lo que el movimiento del dedo se transforma en un movimiento del cursor mediante el sensor de navegación óptica. En este caso se necesita un vidrio de protección 600 delgado y ópticamente transparente para apoyar el dedo y para proteger el sensor de navegación óptica contra la suciedad. Éste se posiciona entre el conjunto de microlentes 3 y su plano de foco sobre la superficie de seguimiento 6.

Para aumentar la intensidad de la iluminación y la homogeneidad de la iluminación se pueden utilizar también formas de realización con múltiples fuentes, como las representadas, por ejemplo, en la figura 3. Dichas fuentes pueden estar repartidas también en una disposición bidimensional sobre el soporte PCB 5.

En la forma de realización según la figura 4, el vidrio de protección 600 ópticamente transparente sirve al mismo tiempo como conductor de luz. La luz de iluminación se desvía de la fuente o las fuentes 4 mediante la óptica de formación de rayos 26, eventualmente en interacción con la segunda óptica de formación de rayos 24', al lado frontal pulido y metalizado del vidrio de protección 600'. Los rayos luminosos 40 se desvían aquí en una dirección perpendicular a los ejes ópticos de los canales de representación hacia la superficie de seguimiento 6 (en este caso, el dedo humano). La luz se guía dentro del vidrio de protección 600 por reflexión total en el lado superior e inferior del mismo, hasta que ésta se interfiere debido al contacto del dedo humano o del objeto de seguimiento con el vidrio de protección en el punto 400. En el punto de la reflexión total interferida se produce en el campo del objeto una diferencia de brillo en comparación con el campo lateral iluminado, que se detecta en la imagen mediante el conjunto de representación de varios canales. El desplazamiento lateral de esta diferencia de brillo entre las imágenes grabadas sucesivamente proporciona el desplazamiento del dedo o del objeto de seguimiento y se puede transformar en el movimiento de un cursor (entre otros).

La forma de realización según la figura 5 utiliza el mismo conjunto de microlentes 3 como óptica de iluminación y representación, es decir, el elemento 3 y el elemento 26 coinciden. A tal efecto, la disposición de diafragma de apertura 22, así como la disposición de diafragma 23 están configuradas al menos en un lado de manera reflectante para la luz de iluminación 40, es decir, están compuestas preferentemente de metal, en particular cromo o titanio.

La luz de la fuente de iluminación 4 se acopla mediante el distanciador o una óptica de formación de rayos 24' situada aquí, por ejemplo, lente o lentes refractivas o difractivas, al soporte ópticamente transparente 21. La capa metalizada 22', que discurre en ángulo inclinado respecto a la perpendicular, desvía la luz de iluminación, de modo que ésta se refleja alternativamente entre las capas reflectantes 22 y 23, así como el borde metalizado del soporte ópticamente transparente 21. La reflexión de la luz de iluminación 40 puede tener lugar mediante el reflejo directo en el lado de diafragma metalizado de las capas reflectantes 22, 23 y/o por total reflexión al menos en la capa reflectante 22 (o 22', si dicha capa no está metalizada). Las capas de diafragma 22, 23 tienen, a pesar de sus propiedades reflectantes locales, orificios transparentes dentro del borde del diafragma, por ejemplo, por debajo de una microlente 30, 30'. Además, la capa de la disposición de diafragma de apertura 22 puede estar configurada también en el lado del objeto (arriba) de manera reflectante, por ejemplo, a partir de un polímero de matriz negra, y en el lado de la imagen (abajo) de manera reflectante, por ejemplo, a partir de un metal. A la inversa, la disposición de diafragma 23 puede estar configurada en el lado del objeto (arriba) de manera reflectante, por ejemplo, a partir de un metal, y en el lado de la imagen (abajo) de manera absorbente, por ejemplo, a partir de un polímero de matriz negra. Ambos casos resultan válidos para absorber, por una parte, la luz parásita, antes de llegar a los detectores y, por la otra parte, para reflejar la luz de iluminación útil con el fin de que llegue a la superficie de seguimiento 6.

El ángulo de 22', la óptica de formación de rayos opcional 24', el grosor del soporte ópticamente transparente 21, así como el tamaño de los orificios de la disposición de diafragma de apertura 22 y de la disposición de diafragma 23 se han creado de tal modo que la mayor cantidad posible de luz de iluminación 40 se puede representar, por una parte, en el lado del objeto mediante el conjunto de microlentes 3 sobre la superficie de seguimiento 6 y, por la otra parte, la menor cantidad posible de luz de iluminación 40 incide directamente sobre los detectores 20. Para apoyar este último caso, la capa distanciadora 24 puede estar configurada como una disposición de múltiples distanciadores con una superficie básica respectiva, situada entre el tamaño de la apertura de lente y el tamaño de la superficie de píxel de detector fotoactiva. Los espacios intermedios entre distanciadores contiguos se pueden rellenar a continuación adicionalmente con un polímero absorbente, por ejemplo, un polímero de matriz negra (aislamiento óptico perpendicular).

En esta disposición, el resultado característico es una iluminación de varios canales con ángulos de incidencia grandes respecto a la superficie de seguimiento, de modo que la disposición se utiliza preferentemente (pero no necesariamente) junto con una fuente de luz coherente, por ejemplo, un diodo láser.

5 En la forma de realización según la figura 6, la fuente de luz 4, así como su suministro de corriente eléctrica y los circuitos de regulación correspondientes están integrados directamente en el material de semiconductor del sensor de imagen 2. Con este fin, contactos eléctricos y circuitos impresos correspondientes se pueden tener en cuenta en el diseño del sensor de imagen e integrar en el proceso CMOS de la fabricación de sensor de imagen (correspondiente a un circuito integrado específico de la aplicación, abreviadamente ASIC). Después de la  
10 fabricación del sensor de imagen se realizan depresiones en el sustrato de semiconductor, por ejemplo, mediante grabado isotrópico o anisotrópico o micromecanizado, en las que se posiciona a continuación la fuente. De esta manera se crea también una construcción lateral muy compacta de todo el sensor de navegación óptica.

15 La depresión realizada en el material de semiconductor puede asumir opcionalmente la función de una óptica de reflector, por ejemplo, mediante suavizado o metalización posterior. La selección de un proceso de mecanizado adecuado (es decir, la realización de la depresión mediante grabado anisotrópico y/o isotrópico) permite ajustar un perfil especial de la superficie de reflector que en interacción con la óptica de iluminación 26 y eventualmente 24' permite una iluminación mejorada de la superficie de seguimiento 6.

20 La disposición óptica se puede situar a continuación, por ejemplo, mediante conexión o pegado UV, en la sección de sustrato de semiconductor. La función de la construcción óptica es análoga a la descripción de la figura 1.

Otra forma de realización según la figura 7 utiliza fuentes de luz estructuradas directamente en el material de semiconductor, por ejemplo, LEDs inorgánicos o LEDs orgánicos (abreviadamente OLEDs). Esta forma de  
25 realización muestra la utilización de una fuente de luz estructurada, basada en OLED, con fotodetectores integrados en un sustrato de soporte CMOS (conocido también como: "OLED-on-CMOS" o "micropantalla bidireccional"). En este caso, el LED o los LEDs orgánicos se integran como fuente o fuentes de luz de tipo capa, por ejemplo, mediante evaporación, directamente sobre el material de semiconductor y se operan mediante contactos eléctricos de los circuitos CMOS. Esta solución representa una unión monolítica de las unidades de detector con las fuentes de  
30 luz en un sustrato de semiconductor.

Descrito de una manera simplificada, dentro de la cadena de proceso CMOS (diseño y fabricación) se integran con este fin contactos eléctricos especiales, en los que se aplica a continuación una capa de metal especial como capa superior ("top metal"). Esta capa sirve como electrodo inferior para los materiales de OLED depositados a  
35 continuación sobre el mismo y define el tamaño de una superficie de fuente de iluminación. Estos se cubren y se encapsulan finalmente con otra capa de electrodo transparente.

40 Capas de compensación correspondientes sobre el sensor de imagen garantizan que no sea necesario un micromecanizado químico o mecánico del material de semiconductor, como en el caso de la figura 6.

Otra ventaja de la implementación técnica en combinación con LEDs orgánicos radica en la posibilidad de garantizar la iluminación en una zona extensa. Una disposición correspondiente se muestra en vista inclinada en la figura 8 (a la izquierda). A fin de garantizar en todos los lados posibles un ángulo de incidencia inclinado de la luz de  
45 iluminación 40 (contraste amplificado de la dispersión en la microestructura de la superficie de seguimiento con fuente incoherente, similar a la iluminación de campo oscuro en el microscopio), la fuente y, por tanto, la óptica de formación de rayos 26 pueden estar configuradas en forma de marco o anillo, como se muestra en la figura 8. Por la otra parte, la fuente OLED en la figura 8 (a la derecha) puede estar estructurada también, por ejemplo, sería ventajoso poder controlar por separado cada lado del marco de iluminación o partes individuales del mismo. Así, por ejemplo, el objeto se puede iluminar en determinadas circunstancias secuencialmente en sucesión siempre sólo por  
50 un lado. Las cuatro imágenes resultantes con iluminación desde cuatro direcciones distintas se pueden comparar o ponderar respecto al contraste de la imagen para mejorar la exactitud de la medición del movimiento relativo.

Dado que un esquema de iluminación con luz incidente desde todos los lados al mismo tiempo en ángulo plano en caso de una fuente de luz incoherente, por ejemplo, iluminación anular en el modo de campo oscuro de un  
55 microscopio, requiere una óptica de representación fotosensible con tiempo de exposición largo y, por tanto, pequeñas tasas de repetición de imagen, este esquema es inadecuado para un sensor de navegación óptica muy rápido (por ejemplo, sensor de ratón). Por esta razón, las fuentes pueden iluminar la superficie de seguimiento 6 con un retraso lateral, de modo que en dos imágenes sucesivas se ilumina respectivamente sólo por un lado. A tal efecto se requiere una modulación (eléctrica) correspondientemente rápida de las fuentes de luz. La detección múltiple del  
60 movimiento relativo con distintas direcciones de iluminación aumenta la seguridad de la detección sobre todo en caso de una microestructura, dependiente de la dirección, de la superficie de seguimiento 6.

La forma de realización mostrada en la figura 9 se diferencia de las realizaciones restantes por el hecho de que múltiples fuentes de luz (OLEDs) configuradas de manera plana están estructuradas en posiciones intermedias dentro del conjunto de detectores (plegado del conjunto de detectores del sensor de imagen y disposición de fuente de luz). En cada posición intermedia se pueden encontrar fuentes individuales y/o conjuntos de fuentes 4. Mediante

un desplazamiento de los centros de las fuentes de luz individuales 4 respecto al centro (o a los centros) de la óptica de formación de rayos 26 se implementa un ángulo de iluminación inclinado en las zonas, observadas por las microlentes 3, 30, 30', de la superficie de seguimiento 6'. Mediante una óptica de iluminación adecuada 26, la luz, por ejemplo, de la respectiva fuente derecha 40 se puede utilizar para iluminar la respectiva fuente izquierda y la luz de la respectiva fuente izquierda 40' se puede utilizar para iluminar la respectiva zona derecha de la superficie de seguimiento 6'. En principio, la superficie de seguimiento en la disposición mostrada no se explora sin vacíos. No obstante, mediante una pequeña selección de canales por zona de exploración 6' se produce una imagen parcial pequeña, de modo que el movimiento respecto a la superficie de seguimiento se puede realizar mediante la correlación temporal de las imágenes parciales u otros procedimientos de evaluación, por ejemplo, la extracción de flujo óptico.

Cuando se utilizan fuentes de luz OLED incoherentes, se ha de intentar conseguir una iluminación correspondiente con ángulo de incidencia inclinado respecto a la superficie de seguimiento para obtener un contraste lo más grande posible de la luz de iluminación dispersada en la microestructura.

La figura 10 explica la utilización de ejes ópticos 31', inclinados uno respecto a otro, de los canales de representación contiguos. Para conseguirlo, la distancia central de los elementos individuales (microlente, diafragma de apertura, diafragma, etc.) en el conjunto aumenta constantemente a partir del plano de la imagen. Es decir, la distancia central de elementos de detector contiguos 20 es menor que la distancia central de los diafragmas del conjunto de representación de la disposición de diafragma 23. Ésta es a su vez menor que la distancia central de los diafragmas de apertura 22 y ésta es finalmente menor que la distancia central de las microlentes 30 y 30'. La variación axial de las distancias centrales está diseñada de tal modo que las piezas parciales de la superficie de seguimiento 6', observada por cada conjunto de canales de representación continuos, se conectan una a otra y se produce entonces una exploración sin vacío de las mismas. La utilización de ejes ópticos, inclinados uno respecto a otro, de los canales de representación se puede utilizar también en las figuras 1 a 6 para representar una zona de la superficie de seguimiento 6 que es lateralmente mayor que el sensor de imagen o la disposición de detector 20.

En la disposición se estructuran múltiples fuentes de luz (OLEDs), configuradas de manera plana en posiciones intermedias dentro del conjunto de detectores (plegado de conjunto de detectores del sensor de imagen y disposición de fuente de luz). En cada posición intermedia pueden estar situadas nuevamente fuentes individuales y/o conjuntos de fuentes 4. La óptica de iluminación 26 está creada de manera que la radiación emitida por las fuentes de luz 4 con un espectro angular dado se distribuye de la manera más homogénea posible mediante 26 en una zona tan grande como la zona de la superficie de seguimiento 6' observada por un segmento del conjunto de microlentes. La zona de la superficie de seguimiento iluminada por una disposición de fuente 4 puede estar desplazada lateralmente contra la zona de la superficie de seguimiento 6', observada por un segmento del conjunto de microlentes, en la mitad del diámetro. Una iluminación sin vacíos de la superficie de seguimiento extendida 6 está garantizada mediante el enlace de los campos de iluminación de las disposiciones de fuente contiguas 4.

La figura 11 muestra otra forma de realización. Para aumentar la sensibilidad a la luz se ha de permitir especialmente también la utilización de varios píxeles de detector (empaquetados densamente) dentro de la huella de las microlentes. A tal efecto se necesitan grupos de píxeles a una pequeña distancia central en la huella de las microlentes individuales, presentando los centros de los grupos una distancia central claramente mayor (en comparación con los de las microlentes).

En esta realización se lee no sólo un píxel en cada canal individual, sino una imagen formada por pocos píxeles, de baja resolución, invertida y al revés. Para hacer una imagen total a partir de la gran cantidad de imágenes parciales obtenidas por canal, cada imagen parcial se ha de reflejar por sus ejes principales (x, y). Esto se puede llevar a cabo a nivel de hardware en el mismo circuito lógico o en un procesador de señales (por ejemplo, ASIC, FPGA), en el que tiene lugar también el cálculo del desplazamiento relativo por medio de la correlación de las imágenes totales del sensor grabadas sucesivamente.

En esta forma de realización es ventajoso garantizar la supresión de la diafonía óptica mediante paredes divisorias verticales que se extienden al menos parcialmente a través del espacio intermedio axial entre los canales individuales. La razón de esto es que las capas de diafragma horizontales, descritas antes, deberían presentar un diámetro mayor para las aberturas individuales durante la grabación de una imagen pequeña por canal, lo que contrarresta un bloqueo de los haces de la diafonía óptica que se extienden en ángulo inclinado a través del sistema.

Las paredes divisorias, que se extienden axialmente en vertical (al menos en parte) se consiguen al sustituirse el soporte ópticamente transparente por un soporte ópticamente transparente, claramente más delgado, en cuyo lado trasero están formadas plataformas o columnas distanciadoras axialmente gruesas/profundas de polímero, por ejemplo, SU8, o plástico. Los canales situados entre las plataformas o columnas distanciadoras están rellenos de un material absorbente, por ejemplo, un polímero de matriz negra.

La parte lateral del soporte, en la que se encuentra la óptica de iluminación, puede estar realizada de la misma manera en este caso, siendo necesaria aquí sólo una pared divisoria vertical exterior que sirve para apantallar la parte de representación contra la luz irradiada directa de la fuente. La plataforma se produce entonces en este punto

con una extensión lateral que corresponde a la extensión máxima de la trayectoria de rayos de iluminación.

En el lado trasero de esta estructura de capas puede estar situada una vez más la disposición de diafragma con las propiedades ya mencionadas (para aumentar la resolución en caso de píxeles de detector relativamente grandes).

5 Otras formas de realización se obtienen a partir de la utilización de una segunda disposición para la óptica de representación de varios canales, en la que al menos dos, ventajosamente tres conjuntos de microlentes están situados axialmente uno detrás de otro. La ventaja de esta disposición radica en la elevada sensibilidad a la luz del conjunto de representación que se consigue mediante la superposición específica en el lado de la imagen de haces de luz individuales del espacio de objeto 110, 120. Esto aumenta la longitud constructiva del sensor de navegación óptica, de modo que el sistema ya no presenta la longitud axial inferior a 2 mm, sino una longitud axial <3 mm, del canto superior del sensor de imagen 2 a la superficie de seguimiento 6.

15 En la figura 11, la disposición del conjunto de representación, conocida de la figura 6, se ha sustituido por un microobjetivo de varios canales con tres conjuntos de microlentes situados sucesivamente. Una óptica de iluminación 26 individual de un canal o varios canales se utiliza para distribuir la luz 40 de la fuente de luz 4, integrada en el sustrato de semiconductor 2, en la zona observada de la superficie de seguimiento 6. La óptica de iluminación 26 puede actuar aquí nuevamente de manera refractiva y/o difractiva y/o reflectiva. Opcionalmente, la depresión en el material de semiconductor 2, en la que está montada la fuente de luz 4, puede estar configurada de manera adicional con este fin como reflector. Por consiguiente, la luz, irradiada en un ángulo grande respecto al lateral, de la fuente 4 se puede utilizar también para iluminar la superficie de seguimiento 6 (véase trayectoria de rayos de 40°). Esto último resulta adecuado sobre todo al utilizarse los LEDs como fuentes de luz.

25 La disposición de diafragma de apertura 22 está configurada en este caso únicamente en el lado de iluminación para impedir que la luz de iluminación directa llegue en diagonal a la óptica de representación y a continuación en dirección del conjunto de sensores de imagen 20.

30 Otra forma de realización según la figura 12 utiliza también en el lado de iluminación al menos dos (o tres) ópticas de formación de rayos 26, 26', 26'' de un canal individual o de varios canales, que están situadas sucesivamente. En caso de ópticas de formación de rayos de varios canales, apiladas axialmente, por ejemplo, conjuntos de microlentes, las disposiciones individuales 26, 26' o 26'' están desplazadas a distancia creciente de la fuente de luz 4 respecto a la misma en dirección del centro de la superficie de seguimiento 6 a iluminar. Este desplazamiento es necesario para garantizar una desviación correspondiente de los rayos de iluminación 40, 40' hacia la superficie de seguimiento 6. Mediante la utilización de una pluralidad de canales se consigue al mismo tiempo una homogenización de la radiación de iluminación en caso de una forma constructiva lo más compacta posible. Los haces divergentes, que parte de cada microlente del conjunto 26 en el lado del objeto, se superponen en la superficie de seguimiento 6, de modo que la pluralidad de los campos de luz, que se superponen, produce una distribución homogénea de la luz.

40 Los conjuntos de microlentes 26, 26' y 26'' se pueden diferenciar entre sí y también en comparación con los conjuntos de microlentes 3, 3' y 3'' de representación en al menos una propiedad.

45 La capa distanciadora 34, impermeable a la luz, sirve en el conjunto de representación para impedir la diafonía óptica y no es necesaria en la trayectoria de rayos de iluminación, de modo que en el conjunto de iluminación es necesaria sólo en el borde lateral de los soportes 21' y 21 una columna distanciadora (340) impermeable a luz como marco de apoyo mecánico para el soporte ópticamente transparente 21' y las microlentes 26, 26' situadas aquí en el lado frontal y trasero.

50 La disposición de diafragma de apertura 22 está configurada aquí nuevamente sólo en el lado de iluminación para impedir que la luz de iluminación directa llegue en diagonal a la óptica de representación y a continuación en dirección del conjunto de sensores de imagen 20.

55 La vista en planta representada en la figura 13 se refiere a las formas de realización según las figuras 7 a 9. Los perfiles de altura, representados aquí, de las microlentes 1 están representados respectivamente mediante círculos concéntricos. En el presente caso, las microlentes para la representación en el respectivo píxel de sensor tienen el mismo tamaño que las de la óptica de formación de rayos. El dispositivo según la invención presenta también píxeles de detector 2 y fuentes de radiación 3 controlables de manera independiente entre sí, por ejemplo, píxeles OLED. Estos últimos están dispuestos asimismo en el plano de detector por debajo del plano de las microlentes. El desplazamiento de los centros de las microlentes de la óptica de formación de rayos consigue un ángulo de incidencia diagonal de la luz de las fuentes a través de las mismas sobre la superficie de seguimiento.

60

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de navegación óptica fabricado mediante la tecnología de oblea, con:

- 5 a) un conjunto de sensores de imagen (2) con una pluralidad de unidades de sensor de imagen (20) dispuestas en forma de conjunto con al menos una superficie fotosensible cada una de ellas,  
 b) al menos un conjunto de microlentes (3, 3', 3'') asignado al conjunto de sensores de imagen (2) y dispuesto entre un objeto a representar (6) y el conjunto de sensores de imagen (2), estando asignada a cada unidad de sensor de imagen (20) al menos una microlente (30, 30'), así como  
 10 c) al menos una fuente de radiación (4) con al menos una óptica de formación de rayos (26) correspondiente,

**caracterizado por que**

el conjunto de sensores de imagen (2) y la al menos una fuente de radiación (4) están dispuestos conjuntamente en la misma estructura de soporte (5), así como al menos un conjunto de microlentes (3, 3', 3'') y al menos una óptica de formación de rayos (26) están dispuestos conjuntamente en el mismo sustrato ópticamente transparente (21),  
 15 estando dispuesta al menos una capa de diafragma de apertura (22), hecha de un material absorbente o de un material reflectante al menos en un lado, entre el sustrato ópticamente transparente (21) y el conjunto de microlentes (3, 3', 3'') o la óptica de formación de rayos (26), impidiendo la capa de diafragma de apertura (22) en la zona del conjunto de microlentes (3, 3', 3'') la penetración de radiación entre las microlentes (30, 30') del conjunto de microlentes (3, 3', 3'') y posibilitando en la zona de la óptica de formación de rayos (26) una limitación del ángulo de radiación de la radiación procedente de la fuente de radiación (4), y  
 20 estando dispuesta en el lado, opuesto al conjunto de microlentes (3, 3', 3''), del sustrato ópticamente transparente (21) al menos una capa de diafragma (23) hecha de un material absorbente o de un material reflectante en al menos un lado, suprimiendo la al menos una capa de diafragma (23) en la zona del conjunto de microlentes (3, 3', 3'') una diafonía óptica entre canales ópticos individuales del conjunto de sensores de imagen (2) e impidiendo en la zona de la óptica de formación de rayos (26) que la radiación de la fuente de radiación (4) llegue directamente a superficies fotosensibles de las unidades de sensor de imagen (20).

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la estructura de soporte (5) es una placa de circuito impreso y/o un sustrato de semiconductor.

3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la fuente de radiación (4) se ha seleccionado del grupo compuesto de diodos luminosos, diodos luminosos orgánicos, diodos láser o combinaciones de los mismos, pudiéndose controlar eléctricamente las fuentes de radiación preferentemente de manera independiente una de otra.

4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** diodos luminosos inorgánico u orgánicos están integrados como fuente o fuentes de radiación en capas en el sustrato de semiconductor del sensor de imagen y sus circuitos de control eléctricos se proporcionan mediante la tecnología CMOS del sensor de imagen.

5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** mediante la óptica de formación de rayos (26) se realiza en el objeto a representar una distribución homogénea de la radiación de la fuente de radiación (4) por refracción, difracción, reflexión y/o reflexión total frustrada, presentando la óptica de formación de rayos (26) preferentemente varios canales ópticos que están estructurados en particular en conjuntos.

6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las microlentes (30, 30') están orientadas respecto a la unidad de sensor de imagen, correspondiente en cada caso, de tal modo que las líneas de unión entre el vértice de lente y el centro de la unidad de sensor de imagen correspondiente en cada caso discurren en paralelo entre canales ópticos contiguos o las microlentes (30, 30') están orientadas respecto a la unidad de sensor de imagen correspondiente en cada caso de tal modo que las líneas de unión entre el vértice de lente y el centro de la unidad de sensor de imagen correspondiente en cada caso están situadas en el centro del conjunto de sensores de imagen (2) en perpendicular sobre la al menos una superficie fotosensible asignada y los ejes ópticos de las microlentes están situados, desde el centro hacia un borde, de manera creciente en diagonal sobre la superficie fotosensible asignada.

7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** al menos una microlente (30, 30') representa al menos una parte de la óptica de formación de rayos (26), manteniéndose también la función de representación de la microlente.

8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las microlentes (30) están configuradas de tal modo que una sección de objeto (60), representada en una primera unidad de sensor de imagen, es disjunta de una sección de objeto (60') representada en una segunda unidad de sensor de imagen.

9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** una unidad de sensor de imagen (20) presenta exactamente una superficie fotosensible y está asignada exactamente a una microlente (30), estando situado el eje óptico esencialmente en perpendicular sobre la superficie fotosensible.
- 5 10. Dispositivo de navegación óptica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el al menos un conjunto de microlentes (3, 3', 3'') o la óptica de formación de rayos (26) están unidos al menos por zonas al conjunto de sensores de imagen (2) mediante distanciadores.
- 10 11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el lado, opuesto al conjunto de sensores de imagen (2), del conjunto de microlentes (3, 3', 3'') está dispuesto un disco de protección ópticamente transparente, hecho en particular de vidrio o de un polímero ópticamente transparente, actuando preferentemente el disco de protección como conductor de luz por reflexión total interna.
- 15 12. Dispositivo de navegación óptica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el conjunto de sensores de imagen (2) tiene una extensión superficial de  $0,25 \mu\text{m}^2$  a  $10 \text{mm}^2$  y/o de 100 a 10.000, en particular 100 a 1.000 unidades de sensor de imagen.
- 20 13. Aparato de entrada para una instalación procesadora de datos, en particular sistemas portátiles tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales, ordenadores portátiles u ordenadores de bolsillo, preferentemente un ratón de ordenador, un mando a distancia o un dispositivo de control de consola, **caracterizado por que** está presente un dispositivo de navegación óptica de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
- 25 14. Utilización de un dispositivo de navegación óptica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12 para controlar un cursor en un aparato de salida de imagen mediante un movimiento relativo entre sensor de imagen y objeto a representar o en el sector de la navegación con el dedo.

Fig. 1

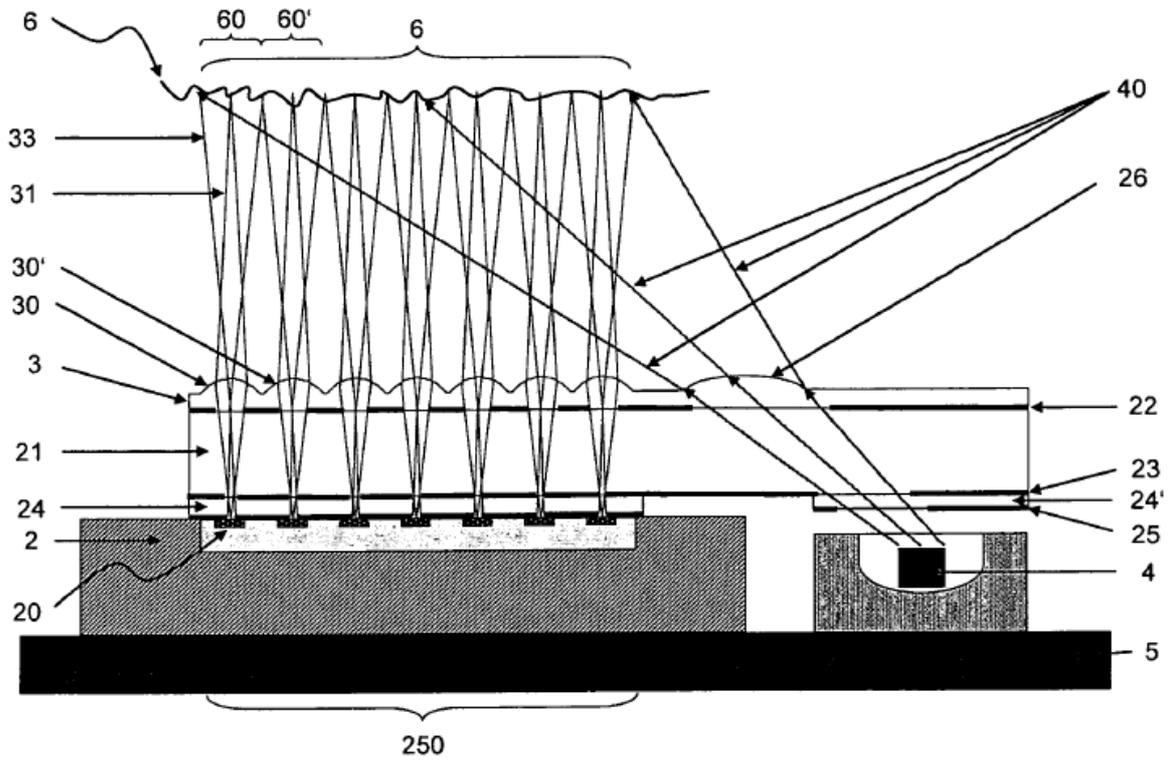


Fig. 2

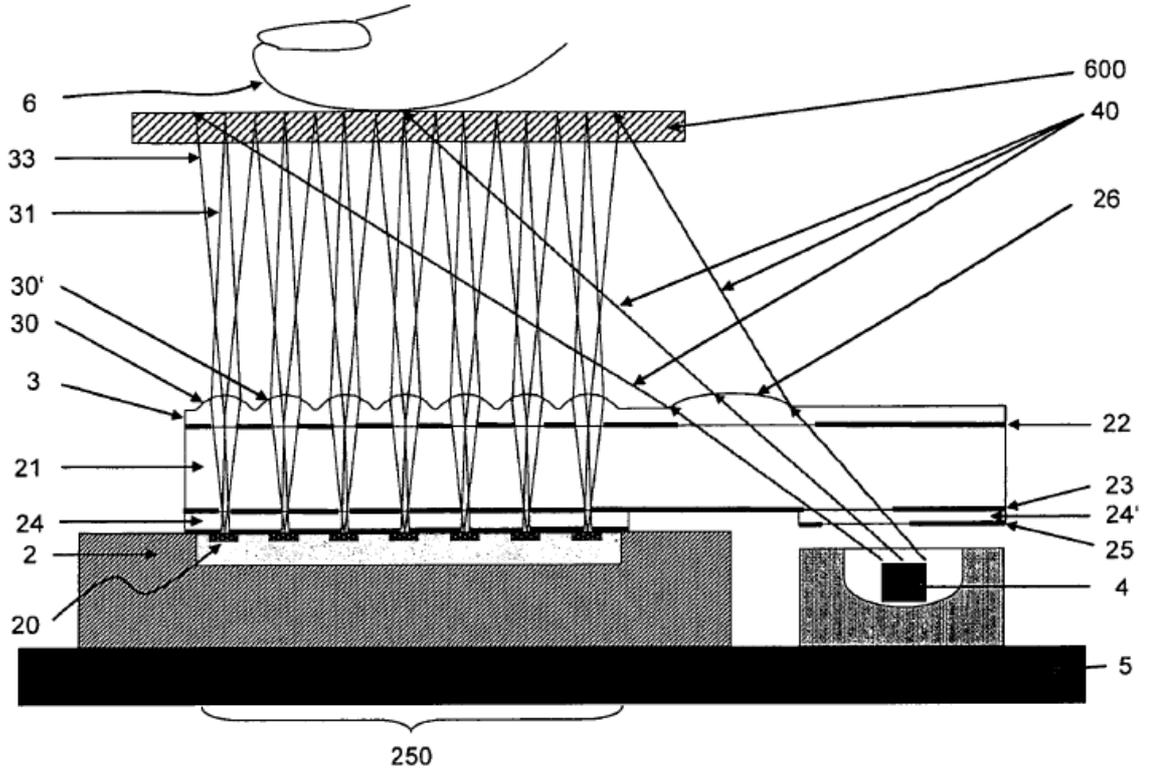


Fig. 3

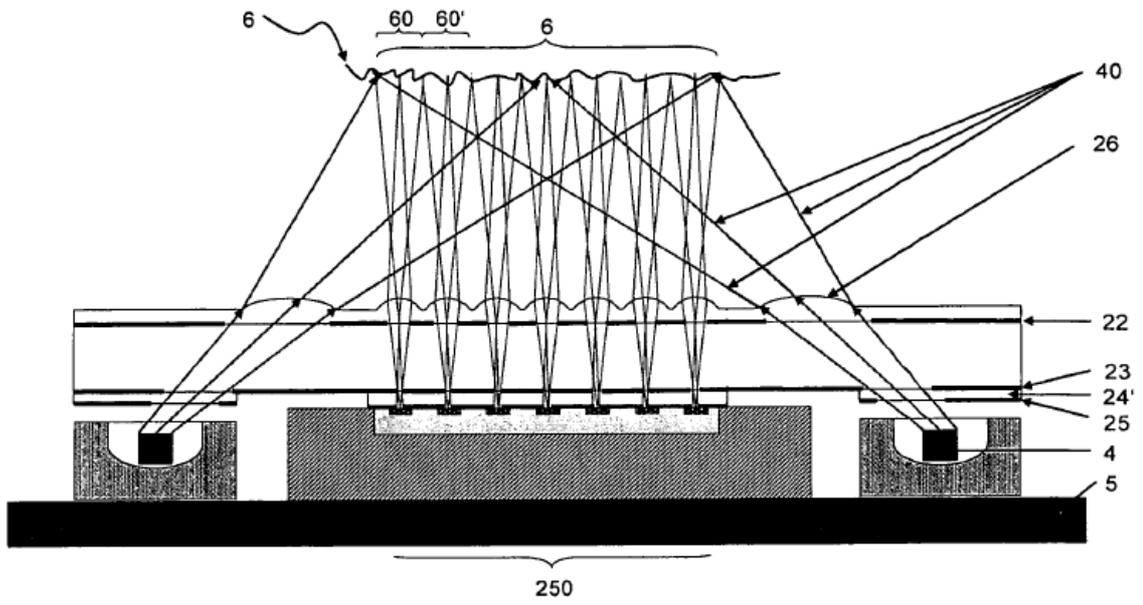


Fig. 4

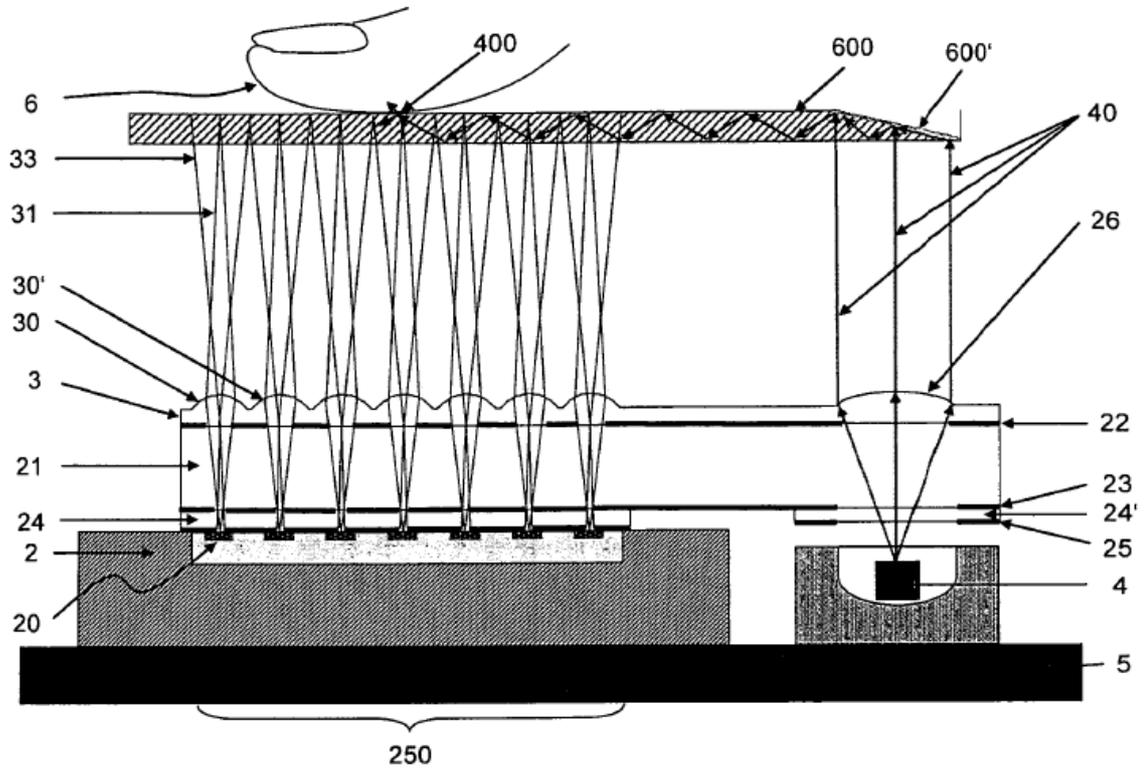


Fig. 5

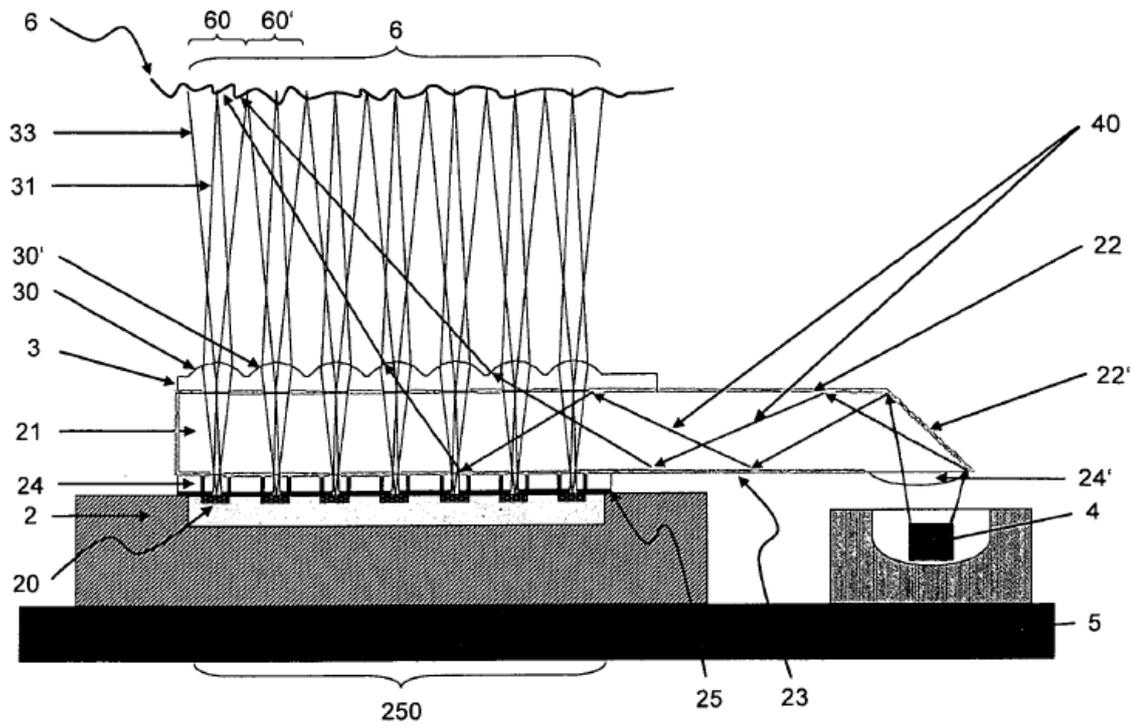




Fig. 7

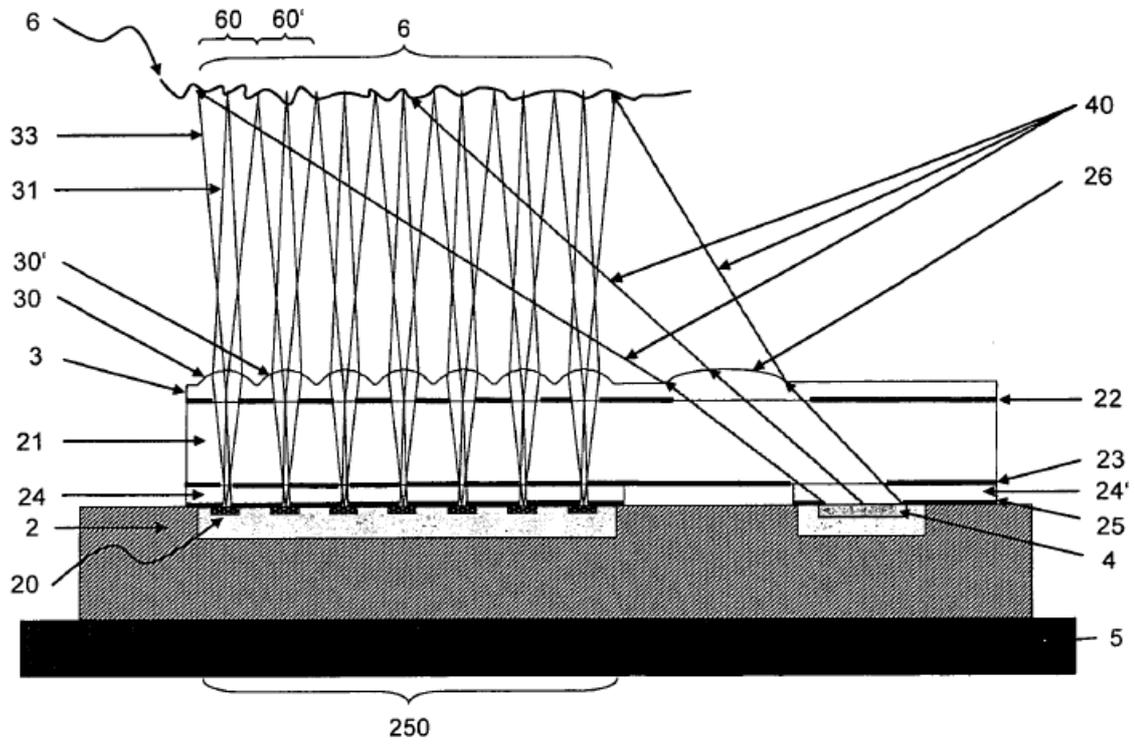


Fig. 8

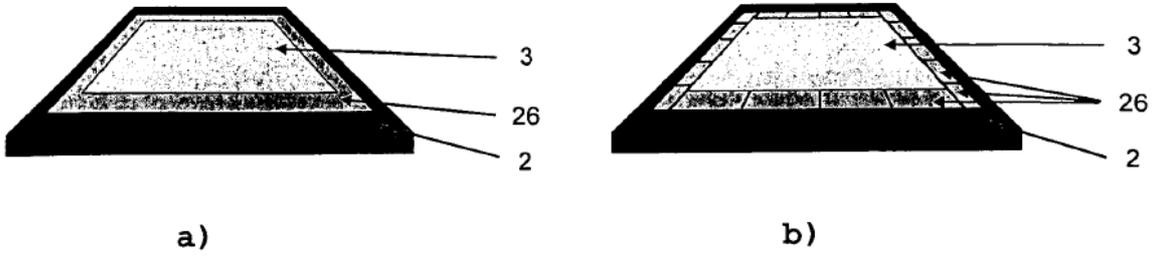




Fig. 10

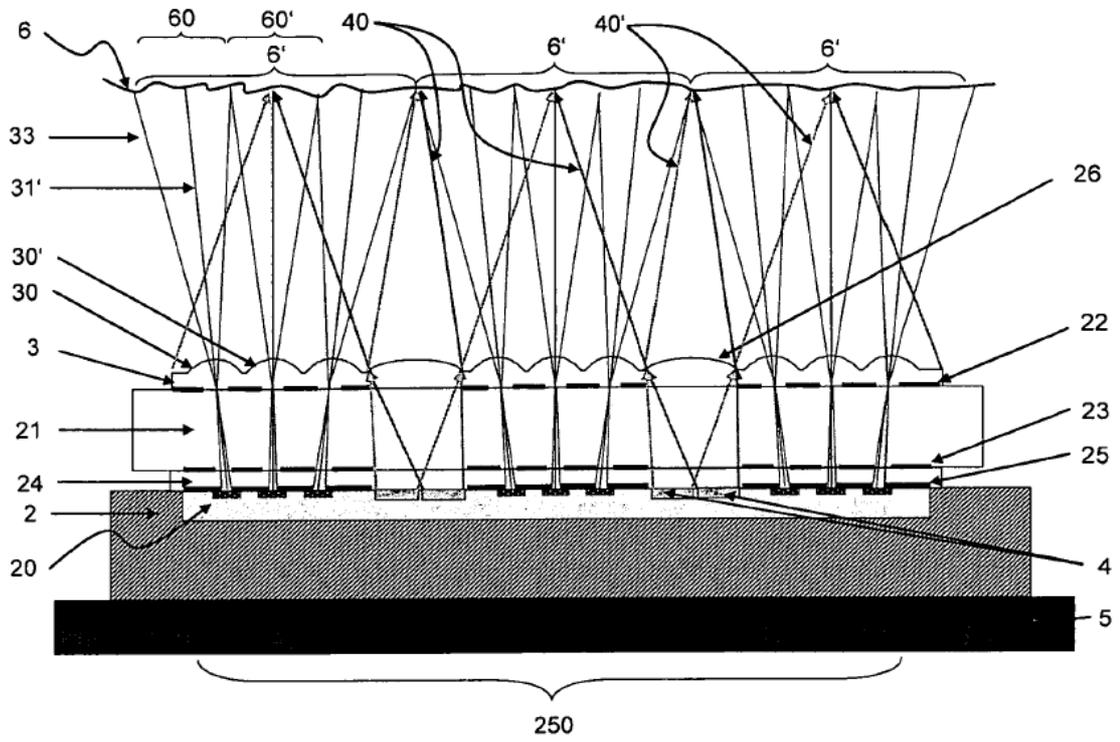


Fig. 11

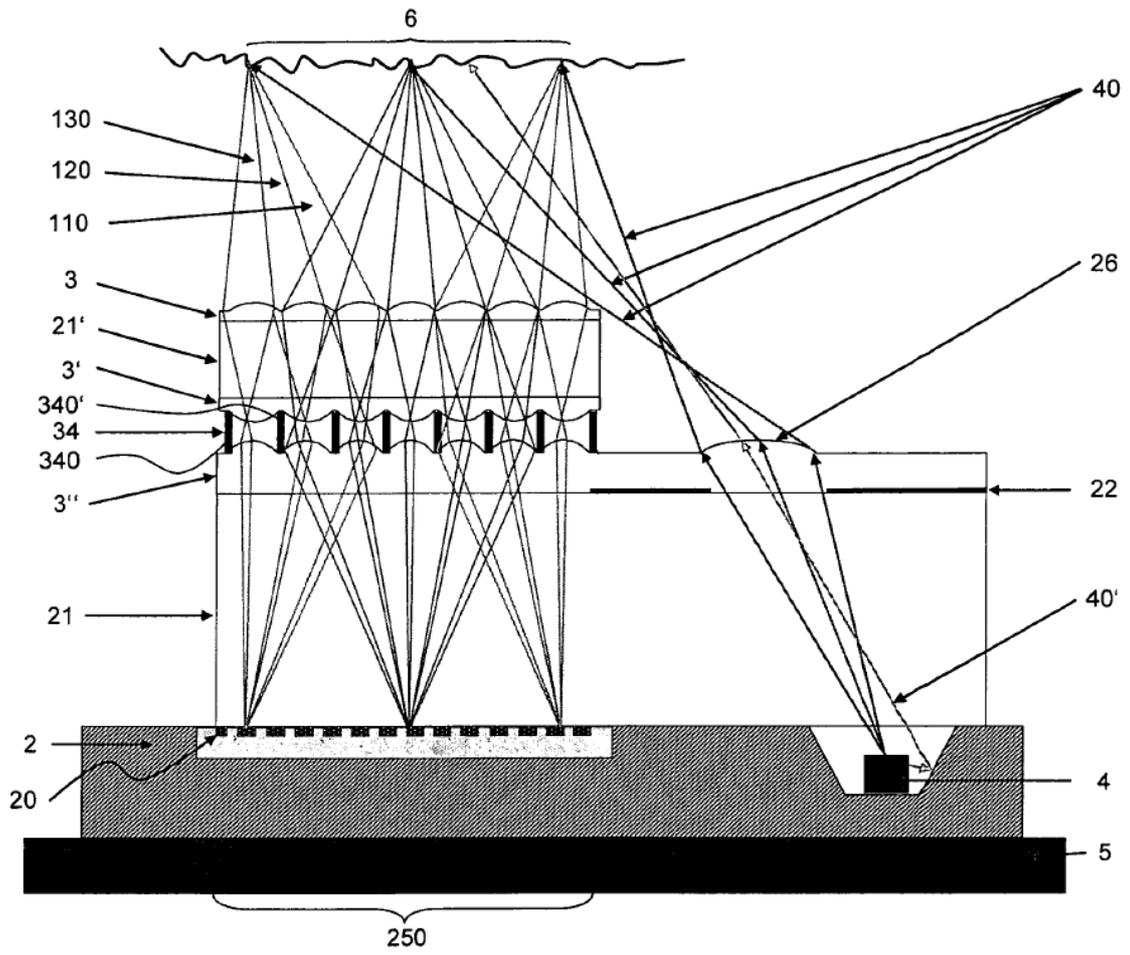


Fig. 12

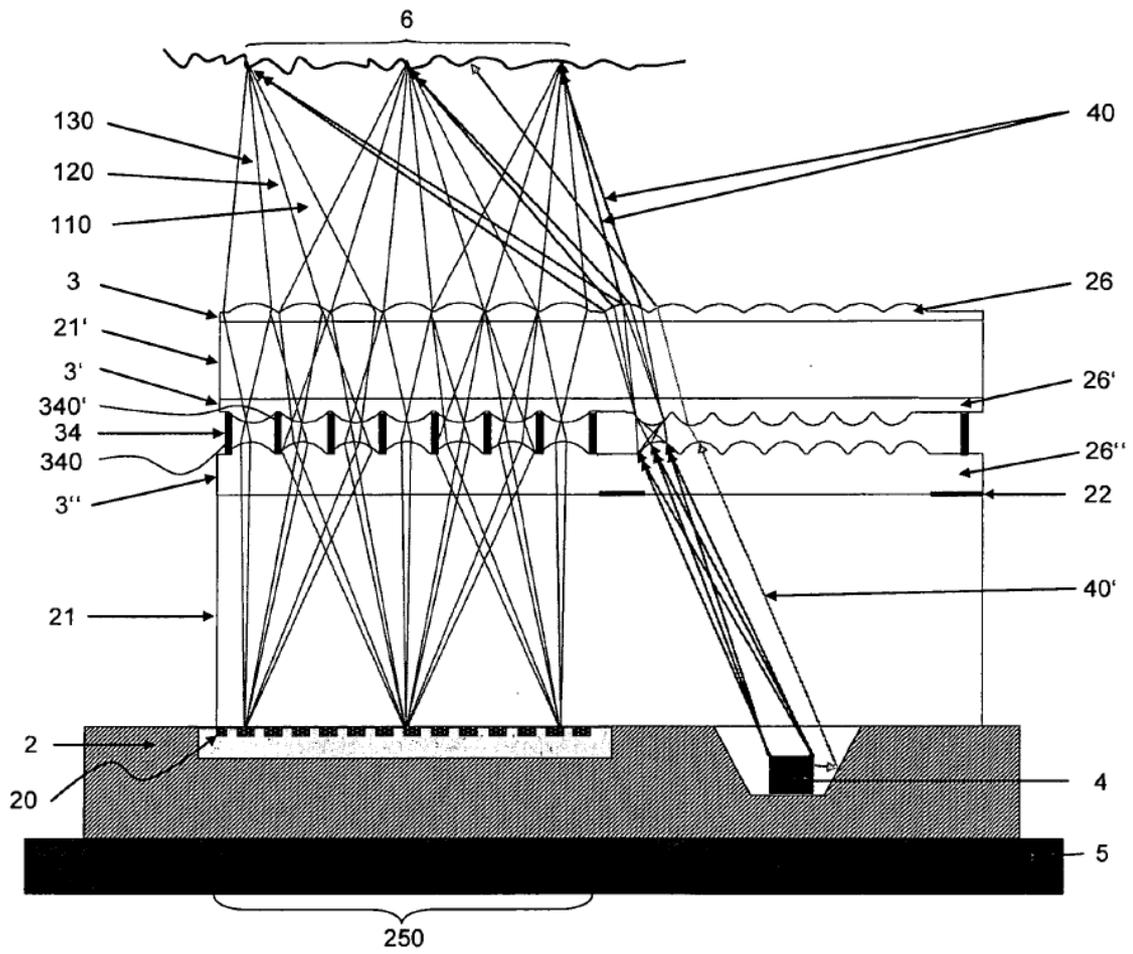


Fig. 13

