

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 679**

51 Int. Cl.:

G01D 5/347 (2006.01)

G01D 5/26 (2006.01)

G01D 5/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2013 E 13182830 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018 EP 2735848**

54 Título: **Dispositivo óptico de medición de la posición**

30 Prioridad:

26.11.2012 DE 102012221566

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

10.10.2018

73 Titular/es:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
Dr. Johannes-Heidenhain-Strasse 5
83301 Traunreut, DE**

72 Inventor/es:

**HIMMEL, MARIO;
WÄTZIG, JARNO y
JÜNEMANN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 685 679 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).

DESCRIPCION

Dispositivo óptico de medición de la posición

5 La invención se refiere a un dispositivo óptico de medición de la posición con una incorporación de medición y una unidad de exploración desplazable con relación a ella en una dirección de medición. Este dispositivo óptico de medición de la posición puede estar configurado para la medición de movimientos lineales o de movimientos rotatorios.

10 Han dado buen resultado los dispositivos ópticos de medición de la posición, en los que la incorporación de medición presenta una primera rejilla en forma de una división incremental periódica y la unidad de exploración presenta al menos una segunda rejilla, que está dispuesta a una distancia de exploración predeterminada de la rejilla de la incorporación de medición. Para la medición de la posición se impulsan las dos rejillas con luz de una longitud de onda determinada y por medio de una primera disposición de detectores se obtiene a partir de ello una señal de exploración eléctrica dependiente de la posición.

15 Un dispositivo de medición de la posición de este tipo, del que parte nuestra invención, se describe, por ejemplo, en el documento DE 33 34 398 C1 y en el documento EP 2 395 328 A2. En este caso, la medición incremental de la posición se complementa por medio de una medición de la posición absoluta. La incorporación de medición contiene, adicionalmente, a la primera rejilla, una marca absoluta, a partir de la cual se genera por medio de una segunda disposición de detectores una segunda señal de exploración eléctrica, que define de una manera unívoca una posición absoluta dentro de una zona de medición.

20 La distancia de exploración de la primera y de la segunda rejillas está seleccionada de tal forma que se consigue un grado de modulación lo más alto posible y de esta manera una amplitud alta de la señal. Las distancias de exploración óptimas para medición incremental de la posición se encuentran en los llamados Planos-Talbot. En los planos-Talbot se realiza una auto-reproducción periódica de la primera rejilla, de manera que en estos planos-Talbot se genera una distribución periódica de la intensidad. En el llamado generador de dos rejillas de acuerdo con el documento DE 33 34 398 C1 aparecen las imágenes de la primera rejilla iluminada por medio de un frente de ondas planas en planos-Talbot con las siguientes distancias L_n con respecto a la primera rejilla

$$L_n = n \times T1^2/\lambda$$

25 n : número entero 0, 1, 2, ...
 $T1$: constante reticular de la primera rejilla
 λ : longitud de onda de la luz

30 Es evidente que la posición de estos planos-Talbot y, por lo tanto, las distancias de exploración óptimas dependen, por una parte, de la constante reticular de la primera rejilla y, por otra parte, de la longitud de onda de la luz utilizada. En el documento DE 33 34 398 C1 ya se ha reconocido que para la práctica son ventajosas distancias de exploración relativamente grandes para la exploración incremental, pero estas distancias de exploración grandes repercuten de manera desfavorable para la exploración de la marca absoluta. Como solución de este problema se propone de acuerdo con el documento DE 33 34 398 C1 prever distancias de exploración diferentes para las dos exploraciones, a saber, para la exploración incremental una distancia de exploración mayor que para la exploración de la marca absoluta.

35 Para poder mantener en esta disposición las distancias de exploración necesarias, se proponen guías costosas.

40 El cometido de la invención es crear un dispositivo óptico de medición de la posición, con el que se consigue durante la medición incremental de la posición así como también durante la medición absoluta de la posición un grado de modulación lo más alto posible. En este caso, el dispositivo de medición de la posición debe estar constituido lo más compacto posible y debe ser tolerante frente a modificaciones de la distancia de exploración.

45 Este cometido se soluciona porque para la medición incremental de la posición se utiliza luz de una primera longitud de onda y para la medición de la posición absoluta se utiliza luz de una segunda longitud de onda, siendo la primera longitud de onda menor que la segunda longitud de onda.

50 La dependencia indicada anteriormente de la distancia de exploración de la longitud de onda de la luz utilizada se aprovecha de una manera especialmente ventajosa en nuestra invención. Se utiliza para la medición incremental de la posición luz que presenta una longitud de onda lo más pequeña posible. Esto tiene la ventaja de que el primer plano-Talbot ($n=1$) aparece a una distancia, en la que se puede disponer de manera sencilla la segunda rejilla. Por lo tanto, es ventajoso que la iluminación y la configuración de la primera rejilla y de la segunda rejilla se realicen de tal forma que después de la primera rejilla aparece el efecto Talbot, estando dispuesta la segunda rejilla a una distancia de exploración de la primera rejilla que corresponde a la primera distancia-Talbot, es decir, en el primer plano-Talbot

con $n = 1$.

Para la medición de la posición absoluta se utiliza, en cambio, luz con una longitud de onda mayor.

5 Se consigue una estructura sencilla del dispositivo de medición de la posición cuando para la medición incremental de la posición y para la medición de la posición absoluta encuentran aplicación elementos detectores del mismo tipo. La primera disposición de detectores y la segunda disposición de detectores presentan entonces las mismas sensibilidades espectrales.

10 Para la generación de la luz de la primera longitud de onda está prevista con preferencia una primera fuente de luz monocromática y para la generación de la luz de la segunda longitud de onda está prevista una segunda fuente de luz monocromática.

15 Para la consecución de una estructura especialmente compacta y bien manipulable, la primera fuente de luz, la segunda fuente de luz, la primera disposición de detectores y la segunda disposición de detectores están dispuestos en común sobre un lado superior de un sustrato de soporte transparente, de manera que los lados emisores de luz de las fuentes de luz y los lados sensibles a la luz de las dos disposiciones de detector están orientados en la dirección de la incorporación de medición.

20 Por ejemplo, la sensibilidad espectral de las dos disposiciones de detectores para la segunda longitud de onda es mayor que para la primera longitud de onda.

25 Se consigue una estructura especialmente sencilla cuando las disposiciones de detectores están configuradas utilizando silicio amorfo. El máximo de la sensibilidad espectral del silicio amorfo reside aproximadamente en 570 nm. La primera longitud de onda se selecciona aquí con preferencia inferior a 520 nm. En particular, la primera longitud de onda está en el intervalo de 430 nm a 500 nm y la segunda longitud de onda está en el intervalo de 570 nm a 650 nm.

30 Pero las disposiciones de detector pueden estar configuradas también utilizando silicio cristalino. La primera longitud de onda, es decir, la luz para la medición incremental se selecciona aquí con preferencia inferior a 700 nm, en particular aproximadamente 600 nm, y la segunda longitud de onda, es decir, la luz para la medición absoluta, se selecciona aproximadamente en $870 \text{ nm} \pm 50 \text{ nm}$.

35 Configuraciones especialmente ventajosas de la invención se indican en las reivindicaciones dependientes. Otras ventajas así como detalles de la invención se deducen a partir de la siguiente descripción de dos ejemplos de realización de la invención. En este caso:

La figura 1 muestra una sección longitudinal a través de un primer dispositivo de medición de la posición.

40 La figura 2 muestra una sección transversal a través de un segundo dispositivo de medición de la posición.

La figura 3 muestra la curva de la amplitud de la señal de la exploración incremental, en función de la longitud de onda utilizada, y

45 La figura 4 muestra la curva de la sensibilidad espectral E de una disposición de detectores sobre la base de silicio amorfo $a\text{Si}$ y sobre la base de silicio cristalino Si en función de la longitud de onda A .

50 En principio, la invención se puede emplear para la exploración al trasluz así como para la exploración con luz incidente. Durante la exploración al trasluz, la iluminación se realiza a través de fuentes de luz, que están dispuestas sobre uno de los lados de la incorporación de medición, en cambio las disposiciones de detectores están dispuestas sobre el otro lado de la incorporación de medición, por lo que la incorporación de medición debe ser transparente para las longitudes de ondas correspondientes. La exploración con luz incidente, en cambio, utiliza el comportamiento de reflexión de la incorporación de medición, estando dispuestas las disposiciones de detectores sobre el mismo lado que las fuentes de luz. Para una estructura compacta de un dispositivo de medición de la posición es especialmente adecuada la exploración con luz incidente, por lo que la invención se explica en detalle a continuación con la ayuda de dos ejemplos de realización con exploración con luz incidente.

60 La figura 1 muestra una sección longitudinal de un primer ejemplo de realización de un dispositivo óptico de medición de la posición configurado de acuerdo con la invención. El dispositivo óptico de medición de la posición presenta una incorporación de medición presenta una incorporación de medición 1.1 y una unidad de exploración 2.1 desplazable con relación a ella en la dirección de medición X . La incorporación de medición 1.1 presenta para la medición incremental de la posición una primera rejilla $G1$ en forma de una división incremental periódica. Además, la incorporación de medición 1.1 comprende una marcación absoluta $R1$ para la medición de la posición absoluta. Esta marcación absoluta $R1$ es en el ejemplo representado una marca de referencia con una disposición irregular de

trazos, que define de una manera unívoca una posición única dentro de la zona de medición. La marcación absoluta R1 en el ejemplo representado es una marcación integrada en la primera rejilla G1. En este caso se trata de una interferencia aperiódica de la secuencia de los trazos de división periódicos que forma la primera rejilla.

5 Pero la marcación absoluta R1 puede estar dispuesta también en una pista propia en el espacio junto a la primera rejilla G1. La marcación absoluta puede ser, además, un código dispuesto en la dirección de medición X, en particular un PRC, que define en cada posición dentro de la zona de medición una posición absoluta inequívoca.

10 La medición incremental de la posición representada en el ejemplo se basa en el llamado principio de transmisión de tres rejillas. En este caso, la primera rejilla G1 de la incorporación de medición 1.1 es iluminada con la ayuda de otra rejilla GS, llamada aquí rejilla de emisión GS. La unidad de exploración 2.1 presenta otra rejilla G2, llamada aquí segunda rejilla G2, que está dispuesta para la exploración de la imagen, que aparece a la distancia de exploración A de la primera rejilla G1

15 En este principio de transmisor de tres rejillas, la rejilla de emisión GS sirve para la disociación de la luz de la primera fuente de luz 3.1 y resultan teóricamente las siguientes distancias-Talbot:

$$L_n = n \times T1 \times T2 / \lambda_1$$

20

n : número entero 0, 1, 2, ...

T1 : constante reticular de la primera rejilla

T2 : constante reticular de la segunda rejilla G2

λ_1 : longitud de onda de la luz para la exploración incremental

25

Con $T2 = 2 \times T1$ da como resultado

$$L_n = n \times 2 \times T1^2 / \lambda_1$$

30 La figura 3 muestra la curva de la amplitud de la señal S de la exploración incremental en función de la longitud de onda λ utilizada. Las curvas muestran la curva real de las amplitudes de la señal en la estructura representada en la figura 1. Si se utiliza para la exploración incremental luz de la longitud de onda $\lambda_1=470$ nm, el primer plano-Talbot (n=1) se encuentra a una distancia de exploración A de aproximadamente 1,5 mm con una constante de rejilla $T1=20$ mm. Si se selecciona la distancia de exploración A de acuerdo con el lugar del primer plano-Talbot (n=1), resulta, por una parte, una amplitud de la señal relativamente alta S y, por otra parte, la modificación de la amplitud en el caso de una modificación de la distancia de exploración A es relativamente reducida. Las tolerancias de montaje durante el ensamblaje del dispositivo de medición de la posición y las tolerancias admisibles durante el funcionamiento, por ejemplo, en virtud de modificaciones de la temperatura, son por lo tanto relativamente grandes.

35 En la invención se aprovecha de una manera óptima la dependencia de las distancias-Talbot de la longitud de onda λ_1 de la luz utilizada. Para la medición de la posición con alta exactitud se requieren para la incorporación de medición 1.1 unas rejillas G1 que presentan una constante de rejilla T1 lo más pequeña posible. Con la reducción de la constante de rejilla T1 se reducen también las distancias-Talbot. Con la reducción de las distancias-Talbot se reducen también las tolerancias admisibles para la distancia de exploración A. Para posibilitar ahora una distancia de exploración A que se puede realizar de una manera mecánica sencilla, de acuerdo con la invención para la medición incremental de la posición se utiliza luz de longitud de onda λ_1 lo más pequeña posible.

40 A partir de la figura 3 se muestra claramente que las distancias de los planos-Talbot se elevan con la reducción de la longitud de onda λ de la luz utilizada. La sensibilidad con respecto a las modificaciones de la distancia es, con longitudes de onda λ pequeñas, menor que con longitudes de ondas λ más elevadas. En la invención se tolera ahora incluso que para la exploración incremental, la longitud de onda λ_1 utilizada esté fuera de la sensibilidad espectral máxima de la disposición de detectores 5.1 asociada a ella, llamada a continuación primera disposición de detectores 5.1.

45 Para la medición de la posición absoluta se utiliza una longitud de onda λ_2 que es mayor que la longitud de onda λ_1 para la exploración incremental. Si ahora la primera disposición de detectores 5.1 y la segunda disposición de detectores 6.1 están constituidas iguales, entonces éstas presentan una cura de la sensibilidad espectral igual en función de la longitud de onda λ .

50 Las dos disposiciones de detectores 5.1, 6.1 están configuradas, por ejemplo, utilizando silicio amorfo. La curva de la sensibilidad espectral E de las disposiciones de detectores 5.1, 6.1 sobre la base de silicio amorfo (aSi) en función de la longitud de onda de la luz utilizada se representa en la figura 4. El máximo de la sensibilidad espectral está aproximadamente en 570 nm. Para la exploración absoluta es ventajosa en este caso luz de una longitud de onda λ_2 en el intervalo de aproximadamente $570 \text{ nm} \pm 50 \text{ nm}$. Para la exploración incremental es ventajosa entonces luz

de una longitud de onda λ_1 inferior a 520 nm, en particular en el intervalo de 430 nm a 500 nm para alcanzar la distancia de exploración A deseada demás de 1 mm. En este caso, se tolera que para la medición incremental, la longitud de onda λ_1 utilizada esté fuera de la sensibilidad espectral máxima de la disposición de detectores 5.1.

5 La sintonización de las longitudes de onda λ_1 , λ_2 utilizadas para las dos exploraciones sobre la curva de la sensibilidad espectral E de las disposiciones de detectores 5.1 y 6.1 se realiza en el ejemplo representado de tal forma que la sensibilidad espectral es mayor para la segunda longitud de onda λ_2 que la sensibilidad espectral para la primera longitud de onda λ_1 . Por lo tanto, para la exploración absoluta se aprovecha totalmente la curva característica espectral de la disposición de detectores 6.1, estando la segunda longitud de onda λ_2 en el máximo o bien al menos cerca del máximo de la curva de la sensibilidad espectral E.

10 Expresado en términos general, la longitud de onda λ_2 para la exploración absoluta se selecciona con preferencia igual al máximo de la sensibilidad espectral de la disposición de detectores 6.1 asociada a esta exploración, con preferencia con una tolerancia de ± 50 nm. La longitud de onda λ_1 para la exploración incremental se selecciona menor en comparación con ella.

15 La primera disposición de detectores 5.1 para la exploración incremental está configurada con preferencia en forma de una llamada disposición estructural de detectores, de manera que la segunda rejilla G2 está integrada en la estructura de capas de los detectores foto sensibles. De manera conocida, pueden estar previstos varios grupos de disposiciones de detector 5.1, que están dispuestas e interconectadas de tal manera que se pueden derivar varias señales de exploración desfasadas entre sí. Para la configuración de la exploración incremental se remite, por ejemplo, al documento EP 1 695 391 B1.

20 En el ejemplo representado, también la segunda disposición de detectores 6.1 para la exploración absoluta está configurada en forma de una disposición de detectores estructurada, estando integrada la estructura R2 para la exploración de la marcación absoluta R1 en la estructura de capas de los detectores fotosensibles.

25 Las disposiciones de detectores 5.1, 6.1 están dispuestas con preferencia en común sobre un lado superior de un sustrato de soporte transparente 7.1, que está alejado de la incorporación de medición 1.1. La primera fuente de luz 3.1, la segunda fuente de luz 4.1, la primera disposición de detectores 5.1 y la segunda disposición de detectores 6.1 están dispuestas sobre el lado superior del sustrato de soporte transparente 7.1 de tal manera que los lados emisores de luz de las fuentes de luz 3.1 y 4.1 y los lados fotosensibles de las disposiciones de detectores 5.1, 6.1 están orientados en la dirección de la incorporación de medición 1.1.

30 La figura 2 muestra un segundo ejemplo de realización de la invención. En este ejemplo de realización, la marcación absoluta R3 está dispuesta en el espacio junto a la primera rejilla G1 sobre la incorporación de medición 1.2. La disposición de detector 5.2 para la medición incremental y la disposición de detectores 6.2 para la medición absoluta están dispuestas de nuevo en común sobre el lado superior del sustrato de soporte transparente 7.2, que está alejado de la incorporación de medición 1.2. La primera fuente de luz 3.2, la segunda fuente de luz 4.2, la primera disposición de detectores 5.2 y la segunda disposición de detectores 6.2 están dispuestas sobre el lado superior del sustrato de soporte transparente 7.2 de tal manera que los lados emisores de luz de las fuentes de luz 3.2 y 4.2 y los lados sensibles a la luz de las disposiciones de detectores 5.2 y 6.2 están orientados en la dirección de la incorporación de medición 1.2.

35 En este ejemplo, las disposiciones de detectores 5.2 y 6.2 de la unidad de exploración 2.2 están constituidas sobre la base de silicio cristalino. La curva de la sensibilidad espectral E de estas disposiciones de detectores 5.2 y 6.2 se representa en la figura 4. El máximo de la sensibilidad espectral se encuentra en una longitud de onda λ de aproximadamente 870 nm. La luz para la medición absoluta, es decir, la segunda longitud de onda λ_4 de la segunda fuente de luz 4.2 se selecciona, por lo tanto, en aproximadamente 870 nm ± 50 nm. La primera longitud de onda λ_3 , es decir, la luz de la fuente de luz 3.2 para la medición espectral, se selecciona aquí con preferencia inferior a 700 nm, en particular aproximadamente 600 nm.

40 La utilización de diferentes longitudes de onda λ_1 , λ_1 o bien λ_3 ofrece adicionalmente la posibilidad de emplear filtros, para evitar una influencia mutua de las dos señales de exploración (exploración incremental y exploración absoluta). Una disposición posible de tales filtros 9 y 10 se representa en la figura 2. A tal fin, a la primera disposición de detectores 6.2 está asociado un primer filtro 9, que es transparente para porciones de luz de la primera longitud de onda λ_3 y es opaco para porciones de luz de la segunda longitud de onda λ_4 . El filtro 9 está dispuesto entre la segunda rejilla G2 y las superficies fotosensibles de la primera disposición de detectores 5.2. A la segunda disposición de detectores 6.2 está asociado un filtro 10, que es transparente para porciones de luz de la segunda longitud de onda λ_4 y es opaco para porciones de luz de la primera longitud de onda λ_3 . El filtro 10 está dispuesto entre la estructura R4 para la exploración de la marcación absoluta R3 y la segunda disposición de detectores 6.2.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo óptico de medición de la posición con una incorporación de medición (1.1, 1.2) y con una unidad de exploración (2.1, 2.2) desplazable con relación a ella en una dirección de medición (X), en el que
- 5
- la incorporación de medición (1.1, 1.2) presenta una primera rejilla (G1) en forma de una división incremental periódica y la unidad de exploración (2.1, 2.2) presenta al menos una segunda rejilla (G2), que está dispuesta a una distancia de exploración (A) con respecto a la primera rejilla (G1), en el que para la determinación de la posición se impulsan las dos rejillas (G1, G2) con luz de una primera longitud de onda (λ_1 , λ_3) y por medio de una primera disposición de detectores (5.1, 5.2) se obtiene a partir de ello una primera señal de exploración;
 - la incorporación de medición (1.1, 1.2) presenta, además, una marca absoluta (R1, R2), de manera que para la determinación de la posición se impulsa la marca absoluta (R1, R3) con luz de una segunda longitud de onda (λ_2 , λ_4) y por medio de una segunda disposición de detector (6.1, 6.2) se obtiene una segunda señal de exploración;
 - la primera longitud de onda (λ_1 , λ_3) es menor que la segunda (λ_2 , λ_4).
- 10
- 2.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera disposición de detectores (5.1, 5.2) y la segunda disposición de detectores (6.1, 6.2) presentan la misma curva de la sensibilidad espectral (E) en función de la longitud de onda (λ), y la primera longitud de onda (λ_1 , λ_3) y la segunda longitud de onda (λ_2 , λ_4) están seleccionadas de tal manera que la sensibilidad espectral para la segunda longitud de onda (λ_2 , λ_4) es mayor que la sensibilidad espectral para la primera longitud de onda (λ_1 , λ_3).
- 15
- 3.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la segunda longitud de onda la segunda longitud de ondas (λ_2 , λ_4) está dentro de la zona: máximo de la sensibilidad espectral de la segunda disposición de detectores (6.1, 6.2) \pm 50 nm.
- 20
- 4.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera longitud de onda (λ_1) es inferior a 520 nm.
- 25
- 5.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera disposición de detectores (5.1) y la segunda disposición de detectores (6.1) están configuradas utilizando silicio amorfo.
- 30
- 6.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la primera longitud de onda (λ_1) está en el intervalo de 430 nm a 500 nm y la segunda longitud de onda (λ_2) está en el intervalo de 570 nm \pm 50 nm.
- 35
- 7.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera disposición de detectores (5.2) y la segunda disposición de detectores (6.2) están configuradas utilizando silicio cristalino, y la primera longitud de onda (λ_3) es inferior a 700 nm y la segunda longitud de onda (λ_4) está en el intervalo de 870 nm \pm 50 nm.
- 40
- 8.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la iluminación y la configuración de la primera rejilla (G1) y de la segunda rejilla (G2) están realizadas de tal manera que después de la primera rejilla (G1) resulta el efecto-Talbot, en el que la segunda rejilla (G2) está dispuesta a una distancia (A) de la primera rejilla (G1) que corresponde a la primera distancia-Talbot.
- 45
- 9.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que para la generación de la luz de la primera longitud de onda (λ_1 , λ_3) está prevista una primera fuente de luz (3.1, 3.2) y para la generación de la luz de la segunda longitud de onda (λ_2 , λ_4) está prevista una segunda fuente de luz (4.1, 4.2), y en el que la primera fuente de luz (3.1, 3.2), la segunda fuente de luz (4.1, 4.2), la primera disposición de detectores (5.1, 5.2) y la segunda disposición de detectores (6.1, 6.2) están dispuestas en común sobre un sustrato de soporte transparente (7.1, 7.2).
- 50
- 10.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la primera fuente de luz (3.1, 3.2), la segunda fuente de luz (4.1, 4.2), la primera disposición de detectores (5.1, 5.2) y la segunda disposición de detectores (6.1, 6.2) están dispuestas sobre el lado superior del sustrato de soporte transparente (7.1, 7.2) de tal manera que los lados emisores de luz de las fuentes de luz (3.1, 3.2, 4.1, 4.2) y los lados sensibles a la luz de las disposiciones de detectores (5.1, 5.2, 6.1, 6.2) están orientadas en la dirección de la incorporación de medición (1.1, 1.2).
- 55
- 11.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que a la primera disposición de detectores (5.2) está asociado un filtro (9), que es opaco para las porciones de luz de la
- 60

segunda longitud de onda (λ_4), y en el que a la segunda disposición de detectores (6.2) está asociado un filtro (10), que es opaco para porciones de luz de la primera longitud de onda (λ_3).

Fig. 1

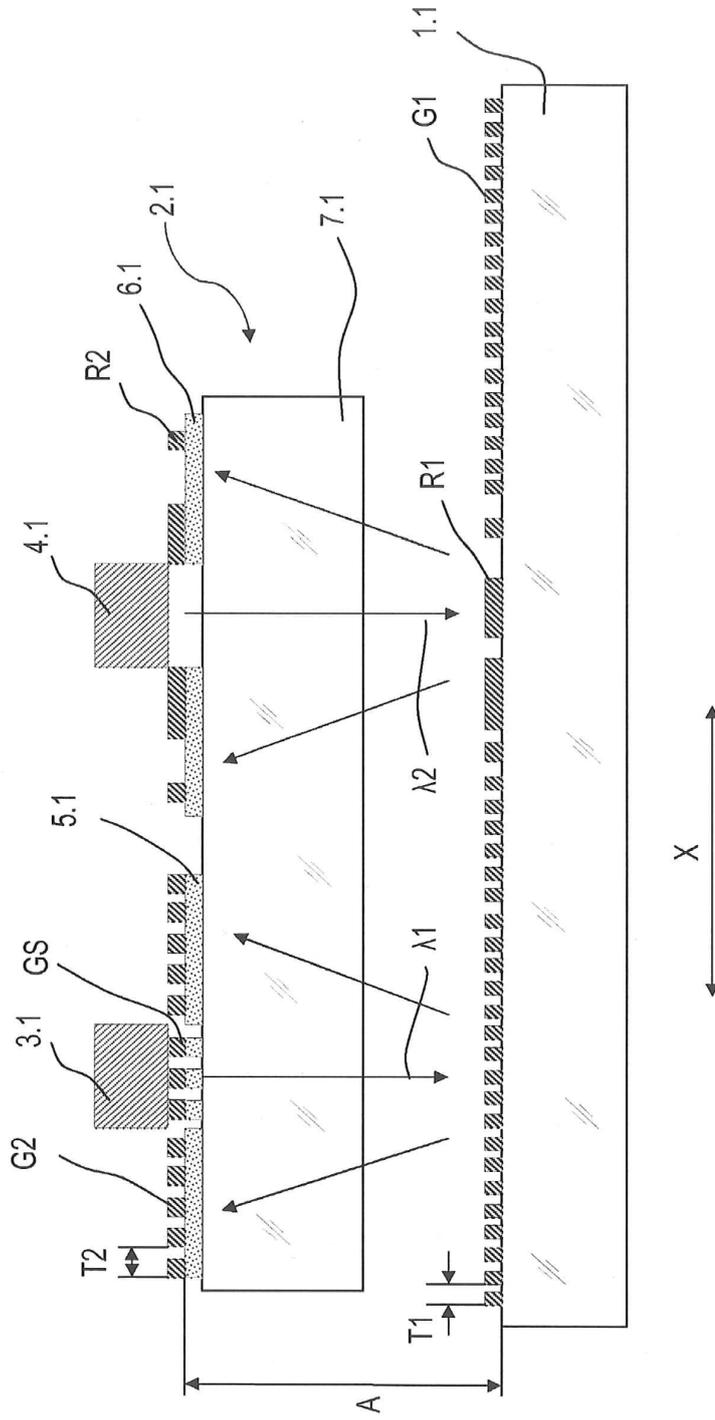


Fig. 2

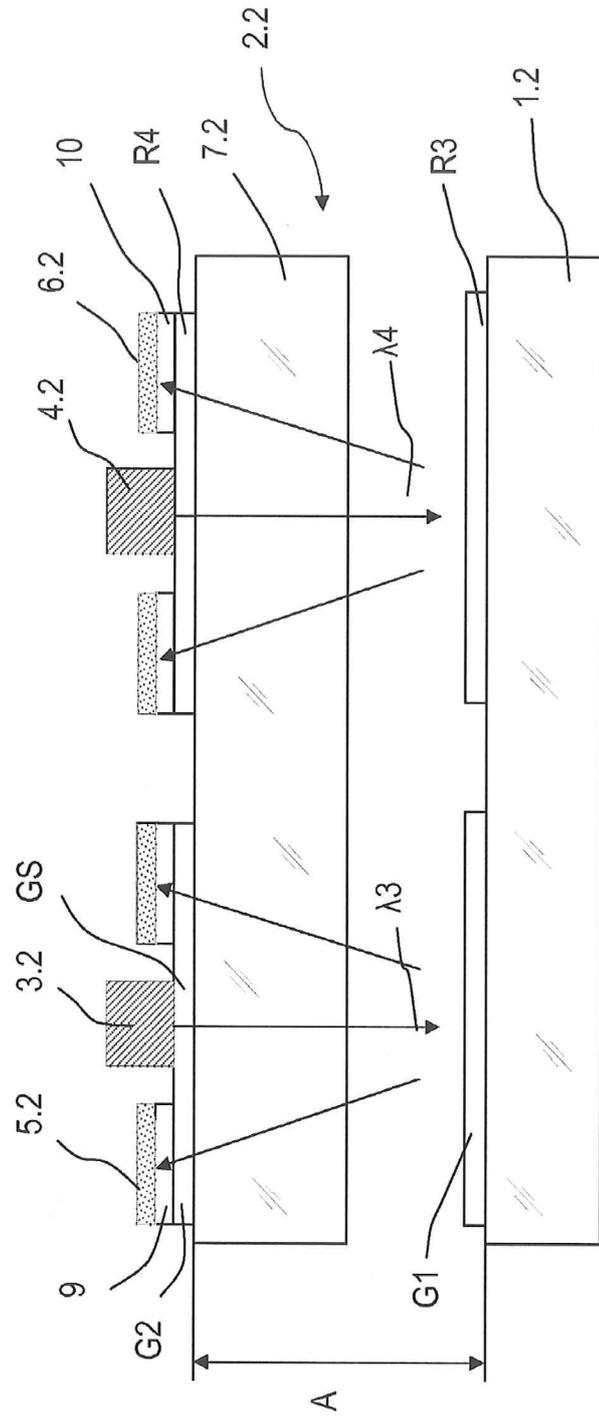


Fig. 3

