

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 403**

51 Int. Cl.:

G01D 5/347 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2004 E 04006521 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 1467185**

54 Título: **Disposición de lente para un codificador óptico**

30 Prioridad:

11.04.2003 DE 10317736

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

06.11.2015

73 Titular/es:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
POSTFACH 12 60
83292 TRAUNREUT, DE**

72 Inventor/es:

**HOLZAPFEL, WOLFGANG;
BENNER, ULRICH y
MAYER, ELMAR**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 550 403 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

Disposición de lente para un codificador óptico

5 La invención se refiere a una unidad de exploración para un dispositivo de medición de posición para la exploración óptica de una medida materializada de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación de patente 1.

10 Una unidad de exploración de este tipo comprende una fuente de luz para emitir luz en la dirección de la medida materializada provista de una pista explorable visualmente; un detector para recibir la luz modificada por la medida materializada, por ejemplo reflectada; así como una disposición de lente dispuesta delante del detector, que presenta una pluralidad de lentes ópticas, para generar una imagen definida de una zona de la medida materializada explorada por medio de la luz sobre el detector.

15 Una unidad de exploración de este tipo puede estar prevista para la exploración de una medida materializada provista de una pista de código en el procedimiento de luz refleja o en el procedimiento de luz transmitida. En el caso mencionado en primer lugar, se modifica y se refleja mediante la medida materializada la luz emitida por la fuente de luz en la dirección de la medida materializada; en el caso mencionado en segundo lugar, la luz emitida por la fuente de luz atraviesa la medida materializada (permeable a la luz) y se modifica a este respecto.

20 Por el documento EP 1 009 936 A1 se conoce un dispositivo de medición de posición en el que puede explorarse una graduación de medición por medio de una fuente de luz y de un detector en forma de una línea CCD. A este respecto, entre la graduación de medición prevista sobre una medida materializada y el detector, está prevista una pluralidad de lentes dispuestas una junto a otra en un plano, a través de las que se representa la graduación de medición dispuesta sobre la medida materializada sobre el detector.

25 El documento WO 02/084223 A1 da a conocer en la Figura 6 un dispositivo de medición de posición óptico, en el que está dispuesta una serie de microlentes en la trayectoria de los rayos de exploración. A través de esta se representa una parte de la escala explorada sobre un detector. Detalles para la configuración de la serie de microlentes no se encuentran en este documento. La invención se basa en el problema de crear una unidad de exploración para un dispositivo de medición de posición del tipo mencionado al principio, que permita utilizar detectores idénticos para la exploración de una medida materializada en el procedimiento de luz refleja y en el procedimiento de luz transmitida.

30 Este problema se resuelve de acuerdo con la invención mediante la creación de una unidad de exploración con las características de las reivindicaciones independientes 1 o 12.

Después, la escala de la imagen de la disposición de lente, que sirve para generar una imagen definida de la zona explorada de la medida materializada sobre el detector, es mayor que cero y menor o igual a dos.

40 Mediante la escala de la imagen positiva de la disposición de lente se consigue que la imagen generada sobre el detector de la zona explorada de la medida materializada, independientemente de si la medida materializada se explora en el procedimiento de luz refleja o en el procedimiento de luz transmitida, presente la misma orientación espacial. Con ello puede usarse también, en el caso de pistas de código con información de posición absoluta (por ejemplo un código PRC), un tipo de detector que se base por ejemplo en un Opto-ASIC determinado, de igual manera en un aparato de medición de posición de luz transmitida como en un aparato de medición de posición de luz refleja; entonces, mediante la escala de la imagen positiva, se garantiza una representación y evaluación correctas de una pista de código de la medida materializada.

45 En una forma de realización preferida la disposición de lente está diseñada de tal manera que la escala de la imagen adopte el valor uno. Una escala de la imagen con un valor mayor que uno puede servir sin embargo por ejemplo para ampliar estructuras muy pequeñas hasta la medida materializada.

50 La disposición de lente comprende una pluralidad de lentes dispuestas en al menos un plano, que están orientadas de tal manera que la luz modificada por la medida materializada corta este plano. El plano se extiende para ello, por un lado, a lo largo de la dirección de medición, a lo largo de la que puede moverse la unidad de exploración con respecto a la medida materializada, así como, por otro lado, en perpendicular a esta dirección.

55 En particular, la disposición de lente comprende dos grupos de lentes, que están dispuestas en cada caso en uno de dos planos que se extienden en paralelo entre sí, en la que las lentes de los dos grupos están reunidas en cada caso por parejas para formar una celda y las lentes de una celda están dispuestas una tras otra en cada caso en perpendicular a dichos planos.

60 La disposición de las lentes para la formación de celdas tiene lugar de tal manera que al menos una parte de los rayos de luz modificados, que han atravesado una primera lente de una celda, llegan a continuación a la segunda lente de la misma celda, llegando preferentemente esencialmente todos los rayos de luz, que han atravesado la primera lente de una celda, a continuación a la segunda lente de la misma celda y no a una segunda lente de otra

celda.

La escala de la imagen prevista de acuerdo con la invención de la disposición de lente puede conseguirse en particular por que para cada celda de la disposición de lente el producto de las escalas de la imagen de las dos lentes es menor o igual a uno, en particular igual a uno. En este sentido, preferentemente para cada celda el valor de la escala de la imagen de la primera lente es menor que el valor de la escala de la imagen de la segunda lente, a la que llega la luz, después de que ha atravesado la primera lente. Esto significa que la imagen intermedia generada por la primera lente de la celda respectiva presenta una extensión menor que la imagen, generada por las dos lentes de la celda finalmente sobre el detector, de la zona explorada de la medida materializada.

Seleccionándose el valor de la escala de la imagen de la primera lente de la celda respectiva menor que el valor de la escala de la imagen de la segunda lente, en una medida tal que los rayos de luz de un haz de luz, que ha atravesado la primera lente de una celda, no llegan a una segunda lente de otra celda, puede impedirse, sin el uso de una estructura de obturador, una diafonía entre celdas adyacentes. Para ello pueden seleccionarse diferentes en particular las distancias focales de las lentes del primer grupo y del segundo grupo de la disposición de lente, siendo la distancia focal de las lentes, que atraviesa en primer lugar la luz modificada por la medida materializada, mayor que la distancia focal de las otras, segundas lentes de las celdas.

Por otro lado, puede estar prevista una estructura de obturador para evitar una diafonía entre celdas adyacentes. Esta estructura de obturador puede estar dispuesta por ejemplo en el plano de aquel grupo de lentes que atraviesa en primer lugar la luz modificada por la medida materializada. Como alternativa, la estructura de obturador puede estar dispuesta también entre los dos grupos de lentes. En este sentido puede estar asociado a cada celda un obturador independiente de la estructura de obturador.

Las lentes individuales de la disposición de lente están preferentemente curvadas a modo de cilindro y pueden estar diseñadas en la vista en planta, por ejemplo en forma rectangular, elíptica o radialmente simétrica.

Para la formación de cada una de las lentes son adecuados elementos ópticos tanto de difracción como de refracción.

Así mismo, puede estar previsto que las lentes de la disposición de lente presenten sólo un efecto óptico de enfoque parcial, por ejemplo sólo a lo largo de la dirección de medición del dispositivo de medición de posición respectivo.

La luz generada por la fuente de luz y modificada por la medida materializada puede paralelizarse antes de alcanzar la medida materializada o después de la modificación mediante la medida materializada por medio de al menos una lente prevista para ello, dispuesta delante o detrás de la medida materializada (lente condensadora). Es también posible, sin embargo, hacer funcionar una unidad de exploración con luz divergente.

Un dispositivo de medición de posición con una unidad de exploración de acuerdo con la invención y con una medida materializada que va a explorarse con ello, que presenta al menos una pista explorable visualmente, está caracterizado por las características de la reivindicación de patente 14.

En el caso de la pista explorable visualmente de la medida materializada, puede tratarse por un lado de una pista codificada de forma absoluta, que se explora con un sensor de líneas lineal adecuado, o de una pista incremental, a la que está asociado, a su vez, un detector adecuado, conocido. Si sobre la medida materializada está prevista tanto una pista de código como una pista incremental, entonces el detector comprende por consiguiente, por un lado, zonas de detector, que son adecuadas para la exploración de una pista de código y, por otro lado, zonas de detector, que son adecuadas para la exploración de una pista incremental.

Otras características y ventajas de la invención se aclaran por medio de las Figuras en la siguiente descripción de ejemplos de realización.

Muestran:

la Figura 1 un dispositivo de medición de posición con una unidad de exploración para la exploración de una medida materializada en el procedimiento de luz refleja, estando prevista entre la medida materializada y un detector del dispositivo de medición de posición, una disposición de lente;

la Figura 2 una sección a través de un corte de la disposición de lente de la Figura 1;

la Figura 3 una variación de la disposición de lente de acuerdo con la Figura 2;

la Figura 4 una variación adicional de la disposición de lente de la Figura 2;

la Figura 5 una vista en planta de un plano de la disposición de lente de la Figura 1.

La Figura 1 muestra un sistema de medición de posición para una medición de longitud a lo largo de una dirección de medición M con una medida materializada 2 y una unidad de exploración 1, que puede moverse a lo largo de la dirección de medición M con respecto a la medida materializada 2, para la exploración de la medida materializada 2.

5 La medida materializada 2 presenta una pista incremental 21 en forma de una graduación lineal, periódica, que se extiende a lo largo de la dirección de medición M así como una pista de código 22, dispuesta junto a la pista incremental 21, que se extiende así mismo a lo largo de la dirección de medición M, con información de posición absoluta (por ejemplo un código PRC). Mediante la exploración de la pista incremental 21 por medio de la unidad de exploración 1, con un movimiento de la unidad de exploración 1 con respecto a la medida materializada 2 en la dirección de medición M, puede determinarse la magnitud del movimiento de la unidad de exploración 1 con respecto a la medida materializada 2 (movimiento relativo). La pista de código 22 permite por el contrario la determinación de la posición absoluta respectiva de la unidad de exploración 1 con respecto a la medida materializada 2.

15 La unidad de exploración opto-electrónica 1 que sirve para la exploración de la medida materializada 2 presenta una placa de circuitos impresos 10, sobre la que está dispuesta una fuente de luz 11 en forma de un diodo emisor de luz así como a una distancia de la fuente de luz 11, un detector fotoeléctrico 19, que presenta de manera alterna, zonas sensibles a la radiación y huecos no sensibles a la radiación, cuya orientación está adaptada a la orientación de la graduación 21, 22 asociada, respectiva. El detector fotoeléctrico 19 puede estar diseñado por ejemplo de manera correspondiente al fotodetector optoelectrónico estructurado conocido por el documento DE 100 22 619 A1.

25 La placa de circuitos impresos 10 con la fuente de luz 11 y el detector fotoeléctrico 19 está dispuesta en una carcasa de exploración, cuya pared lateral 12 dirigida a la fuente de luz 11 está diseñada a modo de espejo como superficie de reflexión y que refleja los rayos de luz L emitidos por la fuente de luz 11 en una lente condensadora 13, desde la que los rayos de luz 11 se conducen entonces como haz de luz paralelizado a través de una placa de vidrio 15 que forma la superficie de base de la carcasa de exploración, hasta la medida materializada 2.

30 La placa de vidrio 15 presenta por encima de la pista incremental 21 una rejilla de exploración con una estructura de rejilla que se desvía ligeramente de las constantes de rejilla de la pista incremental 21 de la medida materializada 2, de modo que a partir de la interacción de las dos estructuras de rejilla se genera un patrón de barras virtual - por ejemplo un denominado patrón de barras de Vernier - en un plano intermedio, que se representa entonces a través de una óptica de lente 3, 4 sobre el detector 19. Por encima de la pista de código 22 la placa de vidrio 15, por el contrario, no está estructurada.

35 De acuerdo con la Figura 1, el sistema de medición de posición está diseñado como un sistema que trabaja en el procedimiento de luz refleja, de modo que la luz emitida por la fuente de luz 11 y paralelizada por medio de la lente condensadora 13 se refleja después de atravesar la placa de vidrio 15 por la medida materializada 2, generándose mediante la interacción de la pista incremental 21 de la medida materializada 2 y de la estructura de rejilla de la placa de vidrio 15, un patrón de barras definido o pudiendo generarse mediante modificación de los rayos de luz por medio de la pista de código 22, una imagen característica del código PRC de la pista de código 22. Como alternativa, la lente condensadora puede estar dispuesta también entre la medida materializada y la disposición de lente.

45 A continuación se explican en detalle en particular la generación de una imagen correcta de la pista de código 22 sobre el detector 19, dado que para ello es de particular importancia el perfeccionamiento de acuerdo con la invención de la disposición de lente 3, 4 con una escala de la imagen positiva.

50 La luz reflejada llega hasta la disposición de lente 3, 4, que se forma por dos grupos de lentes, que están dispuestos en cada caso en planos 30, 40 que discurren en paralelo entre sí. Cada uno de los dos grupos de lentes 3 o 4 se compone de una pluralidad de lentes dispuestas una junto a otra en el plano respectivo 30 o 40 (denominado serie de microlentes). Los planos 30, 40, en los que se extienden los dos grupos de lentes 3, 4 de la disposición de lente, están dispuestos de tal manera que se cortan esencialmente en perpendicular por los rayos de luz L reflejados sobre la medida materializada 2. Como alternativa, los dos planos podrían estar dispuestos en la carcasa unidad de exploración sin embargo también en paralelo a la medida materializada.

55 En el caso de una serie de lentes doble de este tipo, que se compone de dos grupos de lentes dispuestos a una separación definida uno de otro y en paralelo entre sí, puede asociarse a cada lente individual del primer grupo de lentes 3 exactamente una lente individual del segundo grupo 4. De esta manera, con lentes sin estructura de guía de ondas, puede realizarse una escala de la imagen positiva, es decir una escala de la imagen con un valor mayor que cero, en particular el valor uno. Una escala de la imagen de este tipo permite a su vez conectar una con otra de forma continua las zonas de imagen de las lentes individuales con una orientación espacial definida. El uso de una disposición de lente con dos grupos de lentes 3, 4 separados entre sí a lo largo del eje óptico permite una exploración de gran superficie de la medida materializada 2 con, al mismo tiempo, pequeña altura constructiva y por lo tanto una formación más compacta del sistema de medición de posición.

65

En este sentido es especialmente ventajoso un diseño de la disposición de lente, de tal manera que la escala de la imagen adopte el valor 1. Usándose para los dos grupos de lentes 3, 4 la misma retícula, es decir una disposición coincidente de las lentes individuales en el plano respectivo 30, 40, las zonas de imagen (con la retícula correspondiente) de la imagen generada por la disposición de lente 3, 4 sobre el detector 19, se convierten directamente de forma continua una en otra. Es decir, en toda la disposición de lente 3, 4 existen relaciones de imagen unitarias.

La Figura 2 muestra un corte de una sección transversal a través de la disposición de lente 3, 4 de la Figura 1, que comprende en total tres celdas 31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c de la disposición de lente. Por una celda 31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c de la disposición de lente 3, 4 se entienden a este respecto en cada caso dos lentes individuales 31 a, 41 a o 31 b, 41 b o 31c, 41 c dispuestas una tras otra de la disposición de lente 3, 4, procediendo de las dos lentes de una celda en cada caso, una del primer grupo de lentes 3 y la otra del segundo grupo de lentes 4 de la disposición de lente 3, 4.

En el corte representado en la Figura 2 a modo de ejemplo de la disposición de lente 3, 4 puede apreciarse una celda central 31b, 41b, que comprende una lente 31b del primer grupo de lentes 3 y una lente 41b del segundo grupo de lentes 4, así como dos grupos de lentes 31a, 41a y 31c, 41c adicionales dispuestos a ambos lados del grupo de lentes central 31b, 41b. La función de la disposición de lente 3, 4 subdividida en celdas se explica en detalle a continuación en particular por medio de la celda central 31 b, 41 b de la Figura 2.

La celda central 31b, 41b comprende una primera lente individual 31b, que forma un constituyente del primer grupo de lentes 3 (véase la Figura 1) y que está dispuesta en el plano correspondiente 30, así como una segunda lente individual 41b, que está dispuesta a lo largo del eje óptico A detrás de la primera lente individual 31b de la celda y que se encuentra como constituyente del segundo grupo de lentes 4 en el plano paralelo correspondiente 40. De igual manera, las lentes individuales de las otras celdas 31 a, 41 a; 31c, 41 c están dispuestas una tras otra a lo largo del eje óptico A de la disposición de lente 3, 4 en cada caso. En conjunto, las primeras lentes 31a, 31b, 31c de las celdas forman en cada caso un constituyente del primer grupo de lentes 3 y las segundas lentes 41a, 41b, 41c de la celda respectiva, forman un constituyente del segundo grupo de lentes 4 de la disposición de lente 3, 4.

La Figura 2 muestra esquemáticamente un haz B paralelizado, reflejado a través de la medida materializada 2 (véase la Figura 1), que se extiende esencialmente a lo largo del eje óptico A de la disposición de lente 3, 4 y que se modifica con la reflexión sobre la medida materializada 2 mediante el código de la pista de código 22, de la que está indicado en la Figura 2 a modo de ejemplo un constituyente como objeto O.

La pista de código 22 se representa por medio de la disposición de lente 3, 4 sobre el detector 19 de la unidad de exploración 1 (véase la Figura 1), tal como se explica a continuación a modo de ejemplo por medio del objeto O y una celda 31 b, 41 b de la disposición de lente 3, 4. Para ello están representados por separado rayos de luz L individuales del haz de luz paralelizado B.

Por el objeto O que representa la pista de código se genera por medio de la primera lente 31b de la celda correspondiente 31b, 41b, una imagen intermedia O', a partir de la que se genera entonces, por medio de la segunda lente 41b de la celda 31b, 41b, la imagen que va a evaluarse O" sobre el detector 19 (véase la Figura 1). Dado que la escala de imagen β de la disposición de lente 3, 4 y, en el presente caso, en particular también cada una de las celdas es igual a uno, la imagen O" presenta la misma orientación espacial y el mismo tamaño que el objeto O que representa la pista de código. A este respecto, con la disposición de lente descrita por medio de la Figura 1 puede generarse una imagen de la pista de código, que corresponde a la imagen generada con la exploración de una medida materializada en el procedimiento de luz transmitida. Esto permite el uso de un tipo de detector unitario tanto en el caso de los dispositivos de medición de posición que exploran en el procedimiento de luz transmitida como en el caso de los dispositivos de medición de posición que exploran en el procedimiento de luz refleja.

A continuación se resumen una vez más algunas propiedades y ventajas importantes de la disposición mostrada en la Figura 2.

Una ventaja importante de la escala de imagen $\beta = 1$ se muestra contemplando la variación de la distancia de la imagen b2 de la segunda lente 41 b de la celda con respecto a una variación de la distancia del objeto g1 de la primera lente 31b de la celda 31b, 41b:

$$b2/g1 = -\beta^2 = -1.$$

De esta relación se desprende que un pequeño desplazamiento de los dos grupos de lentes 3, 4 con respecto a un objeto fijado O y la imagen asociada Q" permite aún una imagen nítida. Por lo tanto, pueden tenerse en cuenta de manera correspondiente grandes tolerancias en el montaje de la disposición de lente 3, 4.

Para conseguir la imagen 1:1 ventajosa, descrita anteriormente, de una zona extendida de un objeto, en concreto de una pista de código, por medio de la disposición de lente 3, 4, debiendo ser la zona que va a representarse

claramente mayor que la extensión de las lentes individuales de la disposición de lente, debe ser válido para el producto de las escalas de la imagen β_1 y β_2 de la primera lente 31 b y de la segunda lente 41 b de la celda respectiva 31 b, 41 b,

5
$$\beta_1 * \beta_2 = 1,$$

siendo β_1 y β_2 negativos en cada caso. β_1 y β_2 han de seleccionarse de modo que se consigan propiedades óptimas con respecto a la calidad de imagen.

10 A continuación se parte en primer lugar de que las lentes de los dos grupos de lentes 3, 4 presentan en cada caso una distancia focal idéntica f y que la primera imagen (que lleva a la imagen intermedia O') generada por una celda respectiva (por ejemplo 31b, 41b) de la disposición de lente 3, 4, tenga la escala de imagen β_1 y la segunda imagen tenga la escala de imagen β_2 , designando a continuación además g_1 y b_1 la distancia del objeto y distancia de la imagen de la primera imagen así como g_2 y b_2 la distancia del objeto y distancia de la imagen de la segunda imagen (que lleva a la imagen O'') e indicando D la diferencia entre la separación de las dos lentes 31b, 41b de una celda y la distancia focal f . Es válido entonces:

15
$$f + D = b_1 + g_2$$

20
$$= f (1 + |\beta_1|) + f (1 + 1/|\beta_2|),$$

habiendo tenido lugar la conversión con el uso de ecuaciones de imagen para b_1 y g_2 .

Debido a que $\beta_1 * \beta_2 = 1$ resulta

25
$$D = f * (1 + 2 * |\beta_1|).$$

30 En la Figura 2 está representada sombreada la evolución correspondiente del haz de luz B asociado a la celda central 31b, 41b con iluminación colimada. El haz de luz B asociado a la celda central 31 b, 41 b comprende a este respecto todos aquellos rayos de luz L, que atraviesan la primera lente 31b de esta celda 31b, 41b. Por medio de la Figura 2 puede apreciarse que la luz del haz B se concentra en el punto focal f de la primera lente 31b y después se dispersa de forma divergente. Con ello no llega toda la luz del haz B a la segunda lente 41b de la celda 31b, 41b correspondiente, sino más bien también hasta las segundas lentes 41a, 41c de otras celdas 31a, 41a o 31c, 41c. Esta diafonía perturba el comportamiento de imagen individual de cada una de las celdas y les quita además luz en cada caso a cada una de las celdas. Para reducir esta diafonía, debe minimizarse el valor de diferencia D entre la separación de las dos lentes 31b, 41b de una celda y la distancia focal f ; puesto que esto limita la dispersión del cono de luz divergente por detrás del punto focal f . De acuerdo con la ecuación anterior, esto se consigue mediante minimización de la escala de imagen β_1 de la primera imagen.

40 Existen condiciones especialmente ventajosas en el caso de constantes de retícula de lente coincidentes en el primer y segundo grupo de lentes 3, 4, cuando el valor de diferencia D es igual a la distancia focal f_1 de la primera lente 31 b de la celda 31b, 41b respectiva. Un haz de luz B colimado, que incide a lo largo del eje óptico (es decir, en perpendicular a los planos 30, 40 de los grupos de lentes 3, 4), se representa entonces mediante la lente individual 31 b respectiva del primer grupo de lentes 3 exactamente sobre la lente individual 41b asociada del segundo grupo de lentes. Una diafonía sobre lentes individuales adyacentes no tiene lugar.

Una disposición correspondiente está representada en la Figura 3. Para una escala de imagen $\beta = +1$ es válido en este caso:

50
$$g_1 = 2 * f_1^2 / (f_1 - f_2),$$

$$b_2 = 2 * f_1 * f_2 / (f_1 - f_2),$$

55
$$\beta_1 = 1/\beta_2 = (f_1 - f_2) / (f_1 + f_2)$$

y

$$b_2/g_1 = f_2/f_1 < 1.$$

60 Por lo tanto, con respecto a evitar la diafonía, resulta generalmente que la imagen total con la escala de imagen $\beta = 1$ ha de dividirse en una primera imagen de reducción con la escala de imagen $|\beta_1| < 1$ y a continuación una segunda imagen de ampliación con la escala de imagen $|\beta_2| > 1$.

65 De acuerdo con la Figura 3, puede eliminarse a este respecto la diafonía en particular cuando, en el caso de constantes de retícula de lente idénticas del primer y segundo grupo de lentes 3, 4 y teniendo en cuenta las reglas anteriores para la primera y segunda imagen, la distancia focal f_2 de la segunda lente 41 b se selecciona menor que

la distancia focal f_1 de la primera lente 31 b, véase la Figura 3.

También con respecto a otros parámetros de influencia es ventajoso configurar las dos imágenes de tal manera que en primer lugar tenga lugar una reducción y a continuación una ampliación. De este modo varía por tolerancias de montaje y de funcionamiento la distancia del objeto g_1 de la primera imagen normalmente en un orden de magnitud de 0,1 mm. Dado que

$$g_1 = f_1 * (1 + 1/\beta_1),$$

10 puede modificarse la imagen de real a virtual, porque el objeto que va a representarse llega al foco del objetivo, cuando $|f_1/\beta_1|$ se encuentra en el orden de magnitud de 0,1 mm. Dado que, para microlentes, que pueden usarse en particular para la formación de la disposición de lente 3, 4, la distancia focal se encuentra en el orden de magnitud de 300 μm a 800 μm , para evitar este problema de manera correspondiente al postulado $|f_1/\beta_1| \gg 0,1$ mm, debe conseguirse que $|\beta_1| \ll 3$. Esta es la condición para evitar un volteo de las imágenes reales en virtuales.

15 En principio, se seleccionará sin embargo más allá de la condición anterior $|\beta_1| \ll 1$, mediante lo cual se mejora claramente la relación entre la tolerancia de distancia de lectura y la distancia del objeto g_1 , en concreto se reduce. Una distancia del objeto correspondientemente grande de la primera imagen es también entonces ventajosa cuando, por motivos de protección, entre objetivo y escala se dispondrá una placa de vidrio.

20 De acuerdo con otra variante puede evitarse diafonía entre celdas adyacentes mediante limitación de los haces, por ejemplo por medio de una disposición de obturador. En este caso, el punto de partida es la observación de que, en el caso de una imagen óptica, una variación de la distancia del objeto con el factor β_2 repercute en la distancia de la imagen y por lo tanto el tamaño de la imagen. Por lo tanto, en el caso de una imagen con la escala de imagen $\beta = 1$, variaciones de la distancia del objeto se traducirían en variaciones correspondientes del tamaño de la imagen. A esto puede oponerse por la delimitación de los haces en cierta medida, por ejemplo mediante el uso de objetivos telecéntricos, estando alineado el curso del rayo desde el objeto que va a representarse hasta la lente dispuesta posteriormente de manera más paralela posible con respecto al eje óptico. Una disposición de este tipo puede realizarse por ejemplo por que en el punto focal del lado de la imagen de la lente correspondiente se dispone un diafragma. El tamaño del agujero determina entonces la amplitud del haz. No obstante el agujero del diafragma puede no diseñarse arbitrariamente pequeño. Dado que el diafragma es un obturador de apertura, debe garantizarse que la relación entre el radio del agujero y la distancia focal de la lente sea mayor que el seno del ángulo de difracción de primer orden para el objeto que va a representarse.

35 A partir de esto es válido lo siguiente: En el caso de una imagen de reducción en primer lugar ($|\beta_1| \ll 1$) la distancia del objeto es mucho mayor que la distancia focal de la primera lente. Por lo tanto, los haces de rayos en su amplitud permitida incluso sin medidas adicionales, es decir sólo debido a la extensión de la abertura de lente, se limitan fuertemente de modo que ha de tenerse en cuenta el cumplimiento de las condiciones mencionadas anteriormente para la captura del primer orden de difracción. Existen por lo tanto en la primera imagen condiciones similares que en el caso del objetivo telecéntrico, de modo que mediante la influencia del tamaño y el sitio de la imagen como consecuencia de una variación de la distancia de lectura están minimizados. Mediante "propiedades de telecentrado" de la primera imagen así como un montaje exacto, puede ajustarse adecuadamente entonces la distancia del objeto de la segunda imagen especialmente crítica debido a la condición $|\beta_2 \gg 1|$.

45 Además de una limitación del haz de rayos en el trayectoria de los rayos entre las dos lentes 31b, 41b de una celda puede conseguirse una diafonía entre las lentes de celdas adyacentes también mediante una modificación de la apertura de la primera lente 31b de la celda 31b, 41b respectiva, disponiéndose en el plano del primer grupo de lentes 3 entre las lentes, obturadores correspondientes.

50 La Figura 4 muestra una disposición de acuerdo con la Figura 2, en la que a cada celda, por ejemplo la celda central 31 b, 41 b de la disposición de lente 3, 4, está asociado un obturador de campo 5, que visto desde la primera lente 31b de la celda 31b, 41b se encuentra por detrás del punto focal de la primera lente 31b y con ello limita el haz de rayos de luz B divergente detrás del punto focal de tal manera que aquellos rayos de luz, que atraviesan el obturador 5, llegan exclusivamente a la segunda lente 41b de la celda central 31b, 41b, sin embargo no a las segundas lentes 41 a, 41 c de celdas 31 a, 41 a; 31 c, 41 c adyacentes.

60 La limitación del haz de luz B por medio de un obturador 5 tiene, en el caso de iluminación colimada, sin embargo la consecuencia de que se reduce la zona del objeto, correspondientemente al corte representado sombreado dos veces en la Figura 4 del haz de luz B, que representa aquel porcentaje B' del haz de luz B que se deja pasar por el obturador 5.

65 Para evitar una pérdida de información relacionada con el uso de una estructura de obturador de acuerdo con la Figura 4, pueden estar desplazadas en la dirección de medición M, una con respecto a otra, de acuerdo con la Figura 5 cada una de las líneas 31, 32, 33 de un grupo de lentes 3, que se extienden en cada caso en el plano de extensión del grupo de lentes 3 correspondiente a lo largo de la dirección de medición M y que están dispuestas una junto a otra en una dirección Q transversal a la dirección de medición, de modo que una lente 31a, 31b, 31c de una

línea 31 solapa en cada caso con varias lentes 32a, 32b; 32b, 32c; 32c, 32d de la línea 32 adyacente. Por lo tanto, mediante la línea (32) adyacente en cada caso puede formarse aquella parte de un objeto que está enmascarada en la otra línea (31). Preferentemente, líneas 31, 32 adyacentes del grupo de lentes 3 están desplazadas en la dirección de medición M una con respecto a otra en cada caso en la mitad de la extensión de las lentes.

5 Como alternativa, a pesar del uso de un obturador para la reducción de la diafonía, podría conseguirse una transferencia completa del objeto que va a representarse (sin reducción de la zona del objeto) también mediante la sustitución de un haz de luz colimado por luz divergente. Sin un obturador telecéntrico adicional esto tendría como consecuencia una pérdida de tolerancia de la distancia de lectura y con obturador telecéntrico adicional una pérdida de potencia transmitida.

10 En este contexto se indica aún otra ventaja con respecto a la estabilización de la identificación de código con el uso de grupos de lentes 3, 4 en forma de series de lentes (es decir grupos de lentes que se extienden en una gran superficie en un plano). Esto se refiere a las consecuencias de oscilaciones de la distancia de exploración de lectura sobre la escala de la imagen en la representación de las secuencias de código previstas sobre la medida materializada sobre el detector. Estas oscilaciones de la distancia de exploración, es decir oscilaciones en la distancia entre medida materializada y detector, pueden llevar a que el patrón de luz transmitida ya no se adapte a la estructura superficial del detector asociado y ya no pueda reconocerse el código por el detector.

15 En los ejemplos de realización anteriores se partió en general de imágenes con una escala de imagen $\beta = 1$. En el caso de una escala de imagen β positiva con un valor inferior a 1, las zonas de imagen realizadas por cada una de las celdas 31 a, 41a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c, permanecen separadas entre sí. En este caso la retícula de detector junto con la retícula de la exploración de código, también la retícula de lente, debería considerarse como superestructura. En el caso de una escala de imagen β positiva con un valor mayor que 1, podrían ampliarse correspondientemente por el contrario estructuras muy pequeñas de la pista de código.

20 En lugar de la disposición de lente usada en cada caso en los ejemplos de realización anteriores en forma de dos grupos de lentes 3, 4 paralelos, dispuestos en cada caso en un plano 30, 40, para la generación de la escala de la imagen positiva deseada, puede estar prevista también una disposición de lente que se extiende en un plano en forma de una serie de lentes de gradiente, tal como se conoce por ejemplo de las fotocopiadoras. Las lentes individuales se disponen entonces por ejemplo en una retícula hexagonal y su longitud se selecciona de tal manera que representen el objeto que va a representarse con la escala de imagen β deseada, en particular la escala de imagen $\beta = 1$. En el caso de series de lentes de gradiente de este tipo, la diafonía óptica está reprimida por una lente sobre la siguiente debido a una estructura de guía de ondas. No obstante, el comportamiento de resolución, comparado con una disposición de lente que se extiende en dos planos paralelos de longitud, es menor y la longitud necesaria de las lentes individuales se opone a una forma constructiva compacta de un dispositivo de medición de posición.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de exploración para un dispositivo de medición de posición para la exploración óptica de una medida materializada (2) con

- 5
- una fuente de luz (11) para emitir luz en la dirección de una medida materializada (2),
 - un detector (19) para recibir la luz modificada por la medida materializada (2) y
 - una disposición de lente (3, 4) dispuesta delante del detector (19), que presenta una pluralidad de lentes ópticas para generar una imagen definida de una zona de la medida materializada (2) explorada por medio de la luz sobre el detector (19), siendo la escala de imagen (β) de la disposición de lente (3, 4) mayor que cero y menor o igual a dos y comprendiendo la disposición de lente (3, 4) dos grupos (3; 4) de lentes, que están dispuestas en cada caso en uno de dos planos que se extienden en paralelo entre sí (30, 40), estando orientados los planos (30, 40) de tal manera que la luz modificada (L) corta los planos (30, 40) y las lentes de los dos grupos (3, 4) están reunidas en cada caso por parejas para formar una celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) y que las lentes (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) de una celda están dispuestas una tras otra en cada caso en perpendicular a los dos planos (30, 40), de modo que al menos una parte de los rayos de luz modificados (L), que han atravesado una primera lente (31 a, 31 b, 31 c) de una celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c), llega a continuación a la segunda lente (41a, 41 b, 41c) de la celda (31a, 41a; 31 b, 41b; 31c, 41 c), **caracterizada por que**
 - el valor de la escala de imagen (β_1) de la primera lente (31 a, 31 b, 31 c) de la celda respectiva (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31c, 41c) es menor que el valor de la escala de imagen (β_2) de la segunda lente (41a, 41b, 41c) en una medida tal que los rayos de luz (L) de un haz de luz (B) que ha atravesado la primera lente (31 a, 31 b, 31 c) de una celda (31a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) no llegan a una segunda lente (41 a, 41 b, 41 c) de otra celda (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) y
 - las distancias focales (f_1 , f_2) de las lentes (31, 32, 33; 41) del primer grupo (3) y del segundo grupo (4) son diferentes, siendo la distancia focal (f_1) de las lentes (31 a, 31 b, 31 c), que atraviesa en primer lugar la luz modificada (L), preferentemente mayor que la distancia focal (f_2) de las otras lentes (41a, 41b, 41c).

2. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la escala de imagen (β) es igual a uno.

3. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** todos los rayos de luz modificados (L) que han atravesado la primera lente (31a, 31b, 31c) de una celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) llegan a continuación a la segunda lente (41a, 41b, 41c) de esta celda (31a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c).

4. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** las lentes dispuestas una junto a otra en un plano (30) y a este respecto en una dirección (Q) perpendicular a la dirección de medición (M) están desplazadas una con respecto a otra en cada caso en la dirección de medición (M).

5. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** para cada celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) el producto de las escalas de imagen (β_1 , β_2) de las dos lentes (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) es menor o igual a uno, en particular es igual a uno.

6. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** para cada celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) para el valor de la escala de imagen (β_1) de la primera lente (31a, 41b, 31c) a la que llega la luz modificada (L) y para el valor de la escala de imagen (β_2) de la segunda lente (41 a, 41 b, 41 c) a la que llega a continuación la luz modificada (L), es válido:

$$|\beta_1| \ll 1 \text{ y } |\beta_2| \gg 1.$$

7. Unidad de exploración de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** a la disposición de lente (3, 4) está asociada una estructura de obturador.

8. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** la estructura de obturador está dispuesta en el plano (30) de aquel grupo (3) de lentes (31 a, 31 b, 31 c) que atraviesa en primer lugar la luz modificada (L).

9. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** la estructura de obturador está dispuesta entre los dos grupos (3, 4) de lentes (31a, 31 b, 31 c; 41 a, 41 b, 41 c).

10. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** a cada celda (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) está asociado un obturador (5) de la estructura de obturador.

11. Dispositivo de medición de posición con una medida materializada (2), que presenta al menos una pista explorable ópticamente (21, 22), y con una unidad de exploración (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 1 - 10 para la exploración de la medida materializada (2).

12. Unidad de exploración para un dispositivo de medición de posición para la exploración óptica de una medida materializada (2) con

- una fuente de luz (11) para emitir luz en la dirección de una medida materializada (2),
- un detector (19) para recibir la luz modificada por la medida materializada (2) y
- una disposición de lente (3, 4) dispuesta delante del detector (19), que presenta una pluralidad de lentes ópticas para generar una imagen definida de una zona de la medida materializada (2) explorada por medio de la luz sobre el detector (19), siendo la escala de imagen (β) de la disposición de lente (3, 4) mayor que cero y menor o igual a dos y comprendiendo la disposición de lente (3, 4) dos grupos (3; 4) de lentes, que están dispuestas en cada caso en uno de dos planos que se extienden en paralelo entre sí (30, 40), estando orientados los planos (30, 40) de tal manera que la luz modificada (L) corta los planos (30, 40) y las lentes de los dos grupos (3, 4) están reunidas en cada caso por parejas para formar una celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) y que las lentes (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) de una celda están dispuestas una tras otra en cada caso en perpendicular a los dos planos (30, 40), de modo que al menos una parte de los rayos de luz modificados (L), que han atravesado una primera lente (31 a, 31 b, 31 c) de una celda (31a, 41a; 31 b, 41b; 31c, 41c), llegan a continuación a la segunda lente (41a, 41b, 41c) de la celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41 c), **caracterizada por que**
- para cada celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) el valor de la escala de imagen (β_1) de la primera lente (31a, 41b, 31c), a la que llega la luz modificada (L), es menor que el valor de la escala de imagen (β_2) de la segunda lente (41 a, 41 b, 41 c), a la que llega a continuación la luz modificada (L) y
- a la disposición de lente (3, 4) está asociada una estructura de obturador, guiándose la luz modificada por medio de la estructura de obturador de tal manera que aquellos rayos de luz (L) que han atravesado la primera lente (31a, 31b, 31c) de una celda (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) no llegan a una segunda lente (41a, 41 b, 41c) de otra celda (31a, 41a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c).

13. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** la escala de imagen (β) es igual a uno.

14. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** todos los rayos de luz modificados (L) que han atravesado la primera lente (31 a, 31 b, 31c) de una celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) llegan a continuación a la segunda lente (41a, 41b, 41c) de esta celda (31a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c).

15. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** las lentes dispuestas una junto a otra en un plano (30) y a este respecto en una dirección (Q) perpendicular a la dirección de medición (M) están desplazadas una con respecto a otra en cada caso en la dirección de medición (M).

16. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** para cada celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) el producto de las escalas de imagen (β_1, β_2) de las dos lentes (31 a, 41a; 31b, 41b; 31 c, 41 c) es menor o igual a uno, en particular es igual a uno.

17. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizada por que** para cada celda (31a, 41a; 31b, 41b; 31c, 41c) para el valor de la escala de imagen (β_1) de la primera lente (31 a, 41 b, 31 c), a la que llega la luz modificada (L) y para el valor de la escala de imagen (β_2) de la segunda lente (41 a, 41 b, 41 c), a la que llega a continuación la luz modificada (L), es válido:

$$|\beta_1| \ll 1 \text{ y } |\beta_2| \gg 1.$$

18. Unidad de exploración de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 17, **caracterizada por que** las distancias focales (f_1, f_2) de las lentes (31, 32, 33; 41) del primer grupo (3) y del segundo grupo (4) son diferentes, siendo la distancia focal (f_1) de las lentes (31a, 31 b, 31 c), que atraviesa en primer lugar la luz modificada (L), preferentemente mayor que la distancia focal (f_2) de las otras lentes (41 a, 41 b, 41 c).

19. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** la estructura de obturador está dispuesta en el plano (30) de aquel grupo (3) de lentes (31 a, 31 b, 31 c), que atraviesa en primer lugar la luz modificada (L).

20. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada por que** la estructura de obturador está dispuesta entre los dos grupos (3, 4) de lentes (31a, 31 b, 31 c; 41 a, 41 b, 41c).

21. Unidad de exploración de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizada por que** a cada celda (31 a, 41 a; 31 b, 41 b; 31 c, 41 c) está asociado un obturador (5) de la estructura de obturador.

22. Dispositivo de medición de posición con una medida materializada (2), que presenta al menos una pista explorable ópticamente (21, 22), y con una unidad de exploración (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 12 - 21 para la exploración de la medida materializada (2).

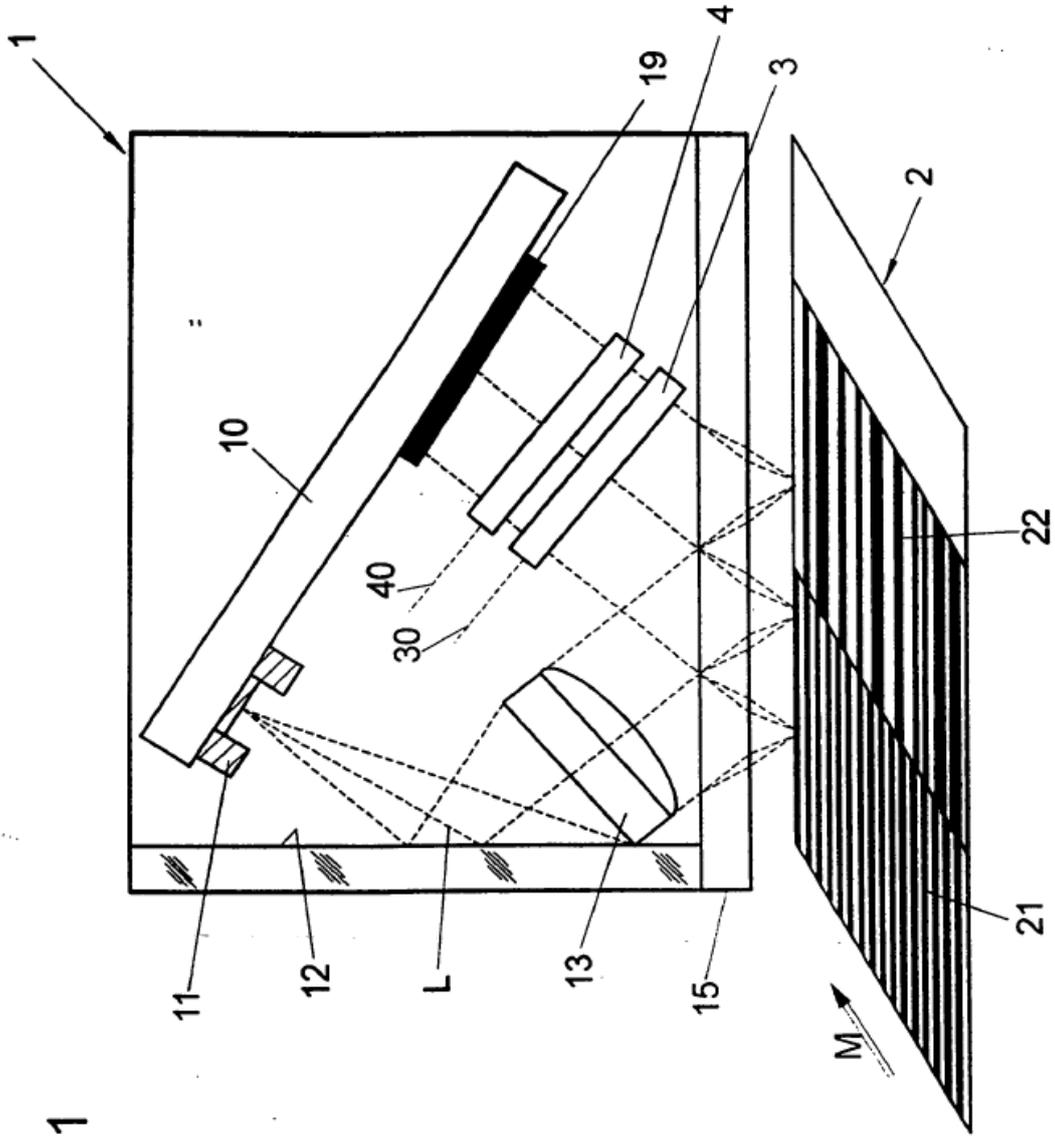


Fig. 1

FIG 2

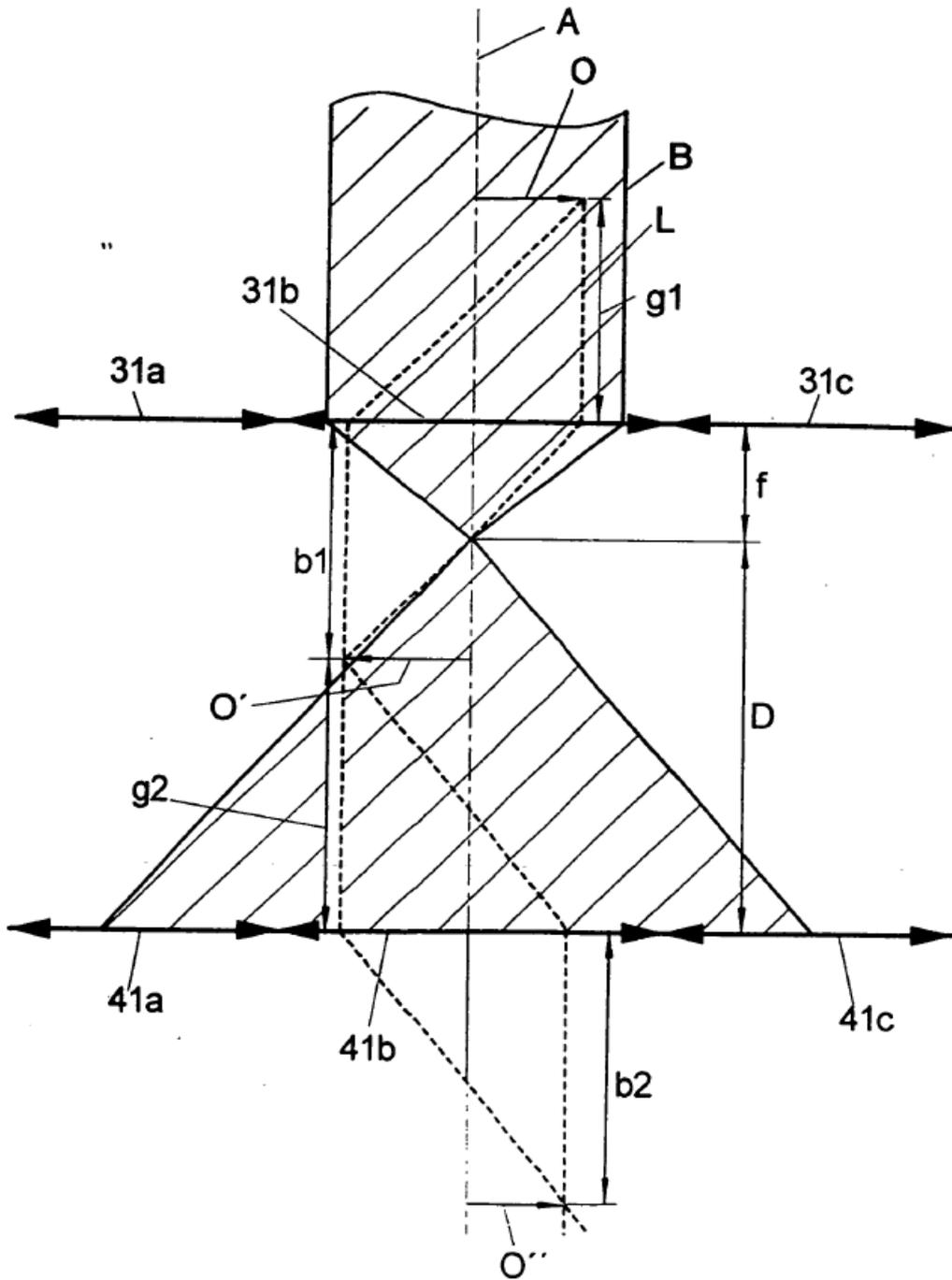


FIG 4

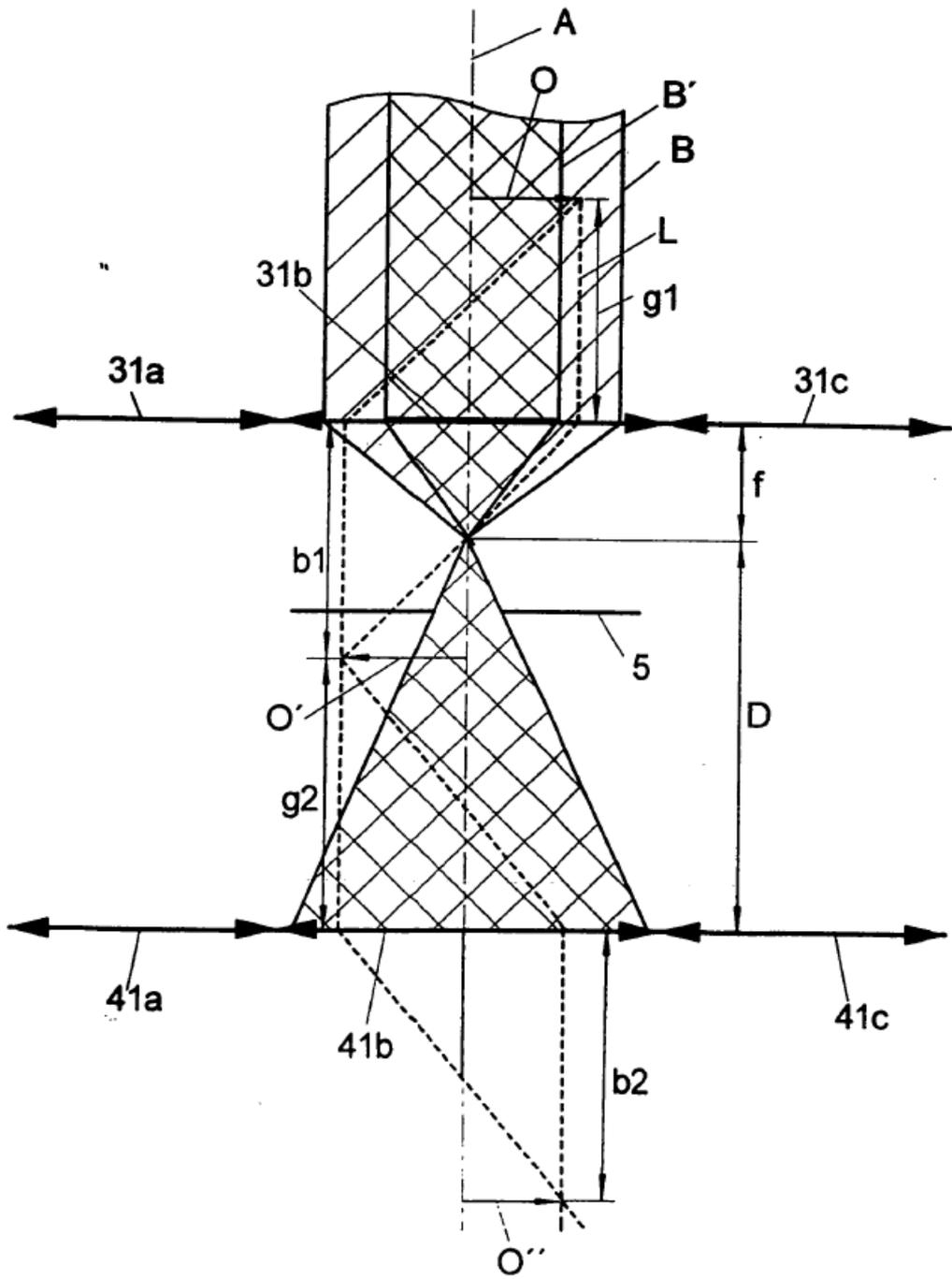


FIG 5

