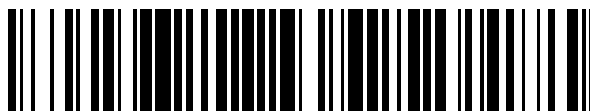


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 734**

51 Int. Cl.:
G01D 5/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07007787 .0**
96 Fecha de presentación: **17.04.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1852684**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

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

30 Prioridad:
05.05.2006 DE 102006021017

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.10.2012

73 Titular/es:
DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
DR. JOHANNES-HEIDENHAIN-STRASSE 5
83301 TRAUNREUT, DE

72 Inventor/es:
BENNER, ULRICH

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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).

ES 2 389 734 T3

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de medición de posición

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de posición según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un dispositivo de medición de posición según el preámbulo de la reivindicación 13.

Un dispositivo de medición de posición de este tipo se conoce, p.ej., por el documento US 2005/023450 A1. Este comprende además de una medida materializada, realizada, p.ej. como medida materializada lineal de reflexión, una
10 unidad de exploración desplazable respecto a la misma en al menos una dirección de medición. En el lado de la unidad de exploración están previstas una fuente de luz, así como una disposición de detectores, en forma de un conjunto periódico de detectores.

En el caso del movimiento relativo de la unidad de exploración y de la medida materializada, en el plano de
15 detección resulta un dibujo de franjas modulado en función del desplazamiento, que se detecta mediante la disposición de detectores y que se convierte en señales de exploración que pueden ser sometidas a un procesamiento subsiguiente. Mediante la configuración de la disposición de detectores en forma de un conjunto periódico de detectores se generan aquí de forma habitual varias señales de exploración desfasadas.

En los sistemas de este tipo se intenta por lo general que la fuente de luz usada y la disposición de detectores
20 empleada estén dispuestas a ser posible en el mismo plano. Esto puede conseguirse, por ejemplo, disponiéndose la fuente de luz en una cavidad central en un sustrato portador, estando envuelta la cavidad por los elementos detectores del conjunto de detectores. No obstante, esto va unido a un esfuerzo de fabricación significativa. Por lo tanto, el sustrato portador debe estar realizado con una cavidad adecuada; además, es relativamente difícil el
25 establecimiento de contacto con la fuente de luz en la cavidad.

En el documento US 2004/0155178 A1, en las figuras 13 y 14 respecto a sistemas de este tipo se da a conocer, además, que gracias a la disposición de elementos ópticos transmisores entre la fuente de luz y la medida
30 materializada es posible ajustar de forma definida la posición geométrica espacial de una fuente de luz puntual virtual. Los elementos ópticos transmisores propuestos para ello desplazan, no obstante, en este caso la posición de la fuente de luz puntual virtual claramente delante del plano de detección. Es decir, el requisito arriba indicado o la disposición de la fuente de luz en el plano de la disposición de detectores no puede cumplirse mediante las medidas propuestas. Como consecuencia no deseada, resulta una modificación de la periodicidad del dibujo de franjas
35 generado en el plano de detección en función de la distancia de exploración. No obstante, se pretende conseguir un período de dibujo de franjas constante en el plano de detección, también para el caso de una distancia de exploración eventualmente variable.

La presente invención está basada en el problema de crear un dispositivo de medición de posición del tipo arriba
40 indicado, en el que esté garantizada una fabricación sencilla de la unidad de exploración. Al mismo tiempo, debería estar garantizada la generación fiable de señales de exploración en función del desplazamiento, en particular que no haya ninguna dependencia de eventuales variaciones de la distancia de exploración, es decir, de la distancia entre la unidad de exploración y la medida materializada.

Este objetivo se consigue según la invención mediante un dispositivo de medición de posición con las características
45 de la reivindicación 1.

Además, este objetivo se consigue según la invención mediante un dispositivo de medición de posición con las características de la reivindicación 13.

50 Unas realizaciones ventajosas de los dispositivos de medición de posición según la invención resultan de las medidas indicadas en las reivindicaciones subordinadas correspondientes.

En una primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención está previsto ahora disponer en la unidad de exploración adicionalmente al menos un elemento reflector en la trayectoria de los rayos de
55 exploración. Este tiene un efecto óptico en la trayectoria de los rayos de exploración en el sentido de que es idéntica la distancia entre una fuente de luz virtual y la medida materializada de reflexión, por un lado, y la medida materializada de reflexión y el plano de detección, por otro lado, por lo que la fuente de luz se coloca virtualmente en el plano de detección.

Por lo tanto, puede cumplirse el requisito central de distancias idénticas entre la fuente de luz (ahora virtual) y la
60 medida materializada de reflexión, por un lado, y la medida materializada de reflexión y la disposición de detectores o el plano de detección, por otro lado, para el presente principio de exploración. Preferiblemente, en esta variante puede ajustarse de forma definida la distancia entre la fuente de luz y la medida materializada de reflexión mediante la disposición correspondiente del elemento reflector entre la fuente de luz real y la medida materializada de
65 reflexión. Gracias a ello, está garantizada en particular una periodicidad del dibujo de franjas constante en el plano de detección, también en caso de distancias de exploración eventualmente variables. Además, pueden suprimirse

de este modo los problemas antes mencionados en relación con la técnica de fabricación en la disposición sino necesaria de la fuente de luz en una cavidad correspondiente. Por consiguiente, existen posibilidades más variadas para la colocación de la fuente de luz en la unidad de exploración.

- 5 Basada en la primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención resultan las variantes de realización más diversas.

Aquí, el elemento reflector queda dispuesto preferiblemente entre la fuente de luz y la medida materializada de reflexión.

- 10 En principio es posible realizar el elemento reflector como elemento óptico refractivo o en cambio como elemento óptico difractivo.

- 15 En una forma de realización ventajosa, la unidad de exploración comprende un sustrato portador transparente, en cuyo primer lado (lado superior) orientado hacia la medida materializada de reflexión está dispuesta la fuente de luz y en cuyo segundo lado (lado inferior) no orientada hacia la medida materializada de reflexión está dispuesto el elemento reflector.

- 20 Aquí, la superficie emisora de radiación de la fuente de luz está dispuesta preferiblemente en la dirección del primer lado del sustrato portador y la fuente de luz emite radiación en dirección hacia el segundo lado del sustrato portador.

De forma ventajosa, el elemento reflector está realizado como componente óptico integrado en el segundo lado del sustrato portador.

- 25 El sustrato portador está dispuesto preferiblemente con la fuente de luz y el elemento reflector por encima de una unidad de detección con al menos una disposición de detectores, estando colocada la unidad de detección en una placa portadora en la unidad de exploración.

- 30 Aquí, el sustrato portador puede ocupar una superficie más pequeña que la unidad de detección y puede estar dispuesto en una parte parcial central de la unidad de detección, sin que queden completamente cubiertas las disposiciones de detectores, de modo que la unidad de detección está conectada mediante alambres de empalme de forma electroconductora con circuitos impresos en la placa portadora en las zonas no cubiertas por el sustrato portador.

- 35 Además, la fuente de luz en el sustrato portador puede estar conectada mediante alambres de empalme de forma eléctricamente conductora con circuitos impresos en la unidad de detección.

- 40 Además, es posible que el sustrato portador cubra al menos parcialmente la al menos una disposición de detectores en la unidad de detección, estando dispuestos circuitos impresos de contacto entre el segundo lado del sustrato portador y la disposición de detectores para el establecimiento de contacto eléctrico con la disposición de detectores.

Aquí, la fuente de luz en el sustrato portador puede estar conectada de forma eléctricamente conductora mediante circuitos impresos de contacto en el sustrato portador con circuitos impresos en la unidad de detección.

- 45 En una segunda variante del dispositivo de medición de posición, según la invención está previsto disponer al menos un elemento de transmisión óptica en la trayectoria de los rayos de exploración, que tiene un efecto óptico en la trayectoria de los rayos de exploración en el sentido de que son idénticas la distancia entre la fuente de luz y la medida materializada de reflexión, por un lado, y la medida materializada de reflexión y una disposición de detectores en un plano de detección virtual, por otro lado, de modo que en caso del movimiento relativo de la unidad de exploración y de la medida materializada de reflexión resulta un dibujo de franjas modulado en función del desplazamiento en el plano de detección virtual.

- 50 Mediante las medidas según la invención de esta variante puede garantizarse, por lo tanto, que el dibujo de franjas explorado quede dispuesto en cualquier caso en el plano de detección virtual. Según la configuración de exploración existente, esto puede ser necesario de forma complementaria a las medidas de la primera variante o puede ser suficiente como medida individual, para garantizar la independencia deseada de la exploración de la distancia de exploración.

- 60 Basándose en la segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención, también existen variantes de realización alternativas.

En una forma de realización ventajosa, el elemento de transmisión óptica está dispuesto por ejemplo entre la medida materializada de reflexión y la disposición de detectores en la trayectoria de los rayos de exploración.

- 65 El elemento de transmisión óptica está realizado preferiblemente como elemento óptico refractivo, por ejemplo como placa de vidrio planoparalela con un espesor definido.

La unidad de exploración puede comprender una placa portadora, en la que está dispuesta una unidad de detección con al menos una disposición de detectores, estando dispuesto el elemento de transmisión óptica por encima de la disposición de detectores.

- 5 Además, el elemento de transmisión óptica puede estar provisto de elementos ópticos, que garantizan que la luz incida sólo perpendicularmente en la disposición de detectores.

Tanto en combinación con la primera y con la segunda variante del dispositivo de medición de posición existen otras posibilidades para la configuración del mismo.

- 10 La fuente de luz puede estar realizada preferiblemente como fuente de luz puntual.

- 15 La unidad de exploración comprende en una forma de realización ventajosa al menos dos disposiciones de detectores, de las que una primera disposición de detectores es adecuada para la detección de una señal incremental en función del desplazamiento y una segunda disposición de detectores es adecuada para la detección de una señal de posición absoluta.

- 20 La disposición de detectores puede estar realizada, además, como conjunto de detectores, que está formado por distintos elementos detectores, que están dispuestos uno adyacente al otro en la dirección de medición.

Se explicarán más detalladamente otros detalles y ventajas de la presente invención con ayuda de la descripción expuesta a continuación de ejemplos de realización de dispositivos de medición de posición según la invención en combinación con las figuras.

- 25 Muestran:

La figura 1a una vista lateral esquemática de una primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención;

- 30 la figura 1b una vista en planta desde arriba de la unidad de exploración del dispositivo de medición de posición de la figura 1a;

- la figura 2 una representación esquemática de la trayectoria de los rayos de exploración para la explicación de determinadas magnitudes geométricas en el dispositivo de medición de posición según la invención;

- 35 las figuras 3a – 3d variantes de realización alternativas del elemento reflector óptico en la unidad de exploración en un dispositivo de medición de posición según la invención;

- 40 la figura 4a una vista lateral esquemática de otra forma de realización de la primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención;

- la figura 4b una visita en planta desde arriba de la unidad de exploración del dispositivo de medición de posición de la figura 4a;

- 45 la figura 5a una vista lateral esquemática de una segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención;

- 50 la figura 5b una vista en planta desde arriba de la unidad de exploración del dispositivo de medición de posición de la figura 5a;

- las figuras 6a y 6b representaciones respectivamente esquematizadas de la trayectoria de los rayos de exploración para la explicación de determinadas magnitudes geométricas de la segunda variante de un dispositivo de medición de posición según la invención.

- 55 Con ayuda de las figuras 1a y 1b se explicará a continuación una primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención. La figura 1a muestra aquí una vista lateral esquemática de partes de la unidad de exploración 20 y de la medida materializada de reflexión 10, incluida la trayectoria de los rayos de exploración; la figura 1b muestra una vista en planta desde arriba de la unidad de exploración 20 de la figura 1a.

- 60 En el ejemplo representado, el dispositivo de medición de posición según la invención comprende una unidad de exploración 20, que está dispuesta de forma móvil respecto a una medida materializada de reflexión 10, pudiendo moverse en la dirección de medición X. La medida materializada de reflexión 10 y la unidad de exploración 20 están unidas p.ej. a dos objetos dispuestos de forma desplazable uno respecto al otro en la dirección de medición x, por ejemplo dos partes de máquina móviles una respecto a la otra. Mediante las señales de salida en función de la posición del dispositivo de medición de posición según la invención, una unidad de control postconectada – no

mostrada – puede controlar como es conocido de una forma adecuada el movimiento de las partes de la máquina.

La medida materializada de reflexión 10 presenta en el ejemplo representado una pista con una división incremental lineal, así como una pista dispuesta en paralelo a ésta con una codificación pseudoaleatoria para la detección de la posición absoluta. Las dos pistas están dispuestas en un soporte de división adecuado, por ejemplo un sustrato de acero.

La pista con la división incremental está formada por zonas parciales dispuestas periódicamente en la dirección de medición x con distintas propiedades ópticas de reflexión. Las zonas parciales se extienden en el plano de división perpendicularmente respecto a la dirección de medición x, es decir, en la dirección y indicada. Aquí, las zonas parciales de la forma de realización representada presentan distintos efectos de desfasaje en los haces de rayos reflejados por ellas. En este ejemplo, la medida materializada de reflexión 10 está realizada como llamada rejilla de fase de reflexión.

La pista con la codificación pseudoaleatoria está formada por zonas parciales dispuestas de forma aperiódica en la dirección de medición con distintas propiedades ópticas de reflexión.

En la representación fuertemente esquematizada de las figuras 1a y 1b sólo puede verse una parte de la unidad de exploración 20; habitualmente la unidad de exploración 20 comprende además una carcasa adecuada, en la que están dispuestos los distintos componentes de la misma. Para mayor claridad, en las figuras sólo están representados los elementos necesarios para la explicación de la presente invención.

En el lado de la unidad de exploración 20, en una placa portadora 21 está dispuesta una unidad de detección 22 con dos disposiciones de detectores 22.1, 22.2. Una primera disposición de detectores 22.1 sirve para la exploración de un dibujo de franjas periódico en el plano de detección y para la generación de varias señales incrementales desfasadas. El dibujo de franjas explorado resulta de la exploración óptica de la división incremental en la medida materializada de reflexión 10. La primera disposición de detectores 22.1 está formada aquí por un conjunto de detectores conocido con una disposición periódica en la dirección de medición x de distintos elementos detectores o fotodiodos.

Una segunda disposición de detectores 22.2 se encarga de la forma conocida de la exploración de la codificación pseudoaleatoria proyectada en el plano de detección de la segunda pista. Mediante la segunda disposición de detectores 22.2 es posible la generación de al menos una señal de posición absoluta. Las señales incrementales y las señales de posición absoluta así generadas se denominarán en lo sucesivo para mayor facilidad sólo señales de posición.

En la presente primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención, se establece un contacto eléctrico con las dos disposiciones de detectores 22.1, 22.2 mediante alambres de empalme 22.3, es decir, se conectan de forma eléctricamente conductora con los circuitos impresos en la placa portadora 21 no representados. Mediante los circuitos impresos en la placa portadora 21, las señales de posición generadas se alimentan a una unidad de control postconectada, no representada, para someterse a un procesamiento subsiguiente.

Por encima de la unidad de detección 22 con las dos disposiciones de detectores 22.1, 22.2, en el lado de la unidad de exploración 20 está dispuesto en una zona parcial central de las disposiciones de detectores un sustrato portador 23 transparente, realizado por ejemplo como sustrato portador de vidrio en forma de placa. En el presente ejemplo, éste ocupa sólo una parte pequeña de la superficie total de la(s) disposición(es) de detectores o de la superficie de la unidad de detección 22, como puede verse por ejemplo en la figura 1b. En el lado superior del sustrato portador 23, denominado en lo sucesivo el primer lado del sustrato portador 23, está colocada una fuente de luz 24. En el principio de exploración elegido, como fuente de luz se usa preferiblemente una llamada fuente de luz puntual, como p.ej. una llamada fuente de luz VCSEL. Con la fuente de luz 24 se establece contacto eléctrico mediante otros alambres de empalme 24.1, que en el lado superior del sustrato portador 23 están conectados con contactos correspondientes. Mediante los alambres de empalme 24.1, estos contactos se conectan con circuitos impresos no representados en la unidad de detección 22.

La superficie que emite radiación de la fuente de luz 24 está orientada en dirección hacia el primer lado del sustrato portador 23. La fuente de luz 24 emite su radiación, por lo tanto, en la dirección opuesta a la medida materializada de reflexión 10 en dirección al lado inferior del sustrato portador 23, que en lo sucesivo se denominará el segundo lado del mismo.

En el lado inferior o en el segundo lado del sustrato portador 23 está dispuesto un elemento reflector 25 óptico, que en el presente ejemplo está realizado como estructura de rejilla integrada en el sustrato portador 23, es decir, como elemento óptico difractivo. La funcionalidad óptica determinante del mismo se explicará a continuación más detalladamente.

Los haces de rayos que proceden de la fuente de luz 24 son desviados o reflejados por el elemento reflector 25 en dirección hacia la medida materializada de reflexión 10, como se indica en la figura 1a, y pasan a continuación

nuevamente en la dirección opuesta por el sustrato portador 23. A continuación, los haces de rayos parciales llegan a la medida materializada de reflexión 10 y son reflejados allí nuevamente en dirección a la unidad de exploración 20. En el lado de la unidad de exploración 20, los haces de rayos parciales que proceden de la medida materializada de reflexión 10 llegan finalmente a las disposiciones de detectores 22.1, 22.2 colocadas en el plano de detección y generan allí en caso del movimiento relativo de la unidad de exploración 20 y de la medida materializada de reflexión 10 señales de posición en función del desplazamiento. En el caso de las señales incrementales, mediante la trayectoria de rayos de exploración y los efectos recíprocos resultantes de los haces de rayos parciales y la medida materializada de reflexión 10 se genera un dibujo de franjas periódico en el plano de detección. En el caso del movimiento relativo de la unidad de exploración 20 y la medida materializada de reflexión 10, éste se modula en función del desplazamiento y se transforma mediante la disposición de detectores 22.1 de forma conocida en varias señales incrementales desfasadas para el procesamiento subsiguiente.

Como ya se ha indicado al principio, para el presente principio de exploración para la generación de señales incrementales es determinante que la fuente de luz 24 usada esté dispuesta a ser posible en el plano de detección. Sólo en este caso puede quedar garantizada la insensibilidad del dibujo de franjas periódico generado en el plano de detección frente a la distancia de exploración correspondiente. En relación con esto, se remite también a la explicación expuesta a continuación de la figura 2. Según el estado de la técnica, se acepta una variación de este tipo del período del dibujo de franjas en el plano de detección o se prevé una disposición central de la fuente de luz en una cavidad envuelta por la disposición de detectores. En el marco de la primera variante de la presente invención, se indica ahora mediante un diseño inteligente de la trayectoria de los rayos de exploración y, en particular, previéndose el elemento reflector 25 mencionado una posibilidad de solución ventajosa alternativa de este problema. Mediante la integración del elemento reflector 25 en la trayectoria de los rayos de exploración puede conseguirse que la fuente de luz 24 quede colocada virtualmente en el plano de detección, mientras que éste quede dispuesto de hecho o realmente en otro lugar de la unidad de exploración 20, es decir, por ejemplo como se puede ver en las figuras 1a y 1b en el primer lado o en el lado superior del sustrato portador 23.

El procedimiento según la invención se explicará más detalladamente con ayuda de la representación en la figura 2. Ésta muestra en una forma esquemática la trayectoria de los rayos de exploración desplegada incluidas algunas magnitudes geométricas relevantes en la primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención.

En la figura 2, con M se denomina el plano con la medida materializada de reflexión, con D el plano de detección, LQ_{VIRT} indica la posición del plano virtual de la fuente de luz, RE se refiere al elemento reflector, LQ a la fuente de luz real. La magnitud T1 indica el período de división de la medida materializada explorada, T2 el período de división del dibujo de franjas periódico que resulta en el plano de detección D. Mediante la coordenada x_{LQ_{VIRT}} se indica la posición de la fuente de luz virtual en la trayectoria de los rayos de exploración a lo largo de la dirección de medición x, con la coordenada x_{LQ_{REAL}} la posición de la fuente de luz real, como se explica en las figuras 1a y 1b. La magnitud u representa como se ha mostrado la distancia entre el plano virtual de la fuente de luz LQ_{VIRT} y el plano de la medida materializada M, la magnitud v se refiere a la distancia entre el plano de la medida materializada M y el plano de detección D.

En el caso de configuraciones de exploración bajo luz incidente como en el presente caso resulta la periodicidad T2 del dibujo de franjas generado en el plano de detección D debido a consideraciones geométricas habituales según la siguiente ecuación (1):

$$T2 = T1 * (u+v) / v \quad (\text{Ec. 1})$$

En el caso de variaciones de u y v que resulten eventualmente en la práctica, es decir, en caso de variaciones de la distancia de exploración Δu en el sistema de luz incidente, resulta una variación resultante de $\Delta T2$ en la periodicidad del dibujo de franjas generado según la siguiente ecuación (2):

$$\Delta T2 = T1 * \Delta u / v \quad (\text{Ec. 2}),$$

siendo Δu : = la variación de la distancia de exploración.

Si ahora se cumple la condición u = v, desaparece el término (1-u/v) en la ec. (2), es decir, la periodicidad T2 del dibujo de franjas en el plano de detección D sigue sin variaciones, también en caso de eventuales variaciones de la distancia de exploración Δu , puesto que resulta $\Delta T2 = 0$. En el caso del sistema con luz incidente, el cumplimiento de la condición u = v es equivalente a la colocación de la fuente de luz en el plano de detección D.

Como se desprende ahora de la representación de la figura 2, según la primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención puede realizarse un cumplimiento de la condición u = v también porque la fuente de luz LQ queda dispuesta virtualmente en el plano LQ_{VIRT}, estando colocada realmente, no obstante, en la posición x_{LQ_{REAL}}. Como puede verse en la figura 2, esto es posible gracias al empleo de un elemento reflector RE en la posición indicada; de este modo puede influirse de forma selectiva, de un modo definido, en la magnitud u en las

condiciones arriba mencionadas. Puesto que ahora ya no es necesaria la disposición de la fuente de luz LQ real en el plano de detección D, resultan una serie de grados de libertad respecto a la disposición de la fuente de luz LQ en la unidad de exploración.

5 A continuación, se explicarán con ayuda de las figuras 3a – 3d algunas posibilidades para la configuración del elemento reflector en relación con la fuente de luz correspondiente. Las figuras muestran respectivamente de una forma fuertemente esquematizada distintas variantes para la disposición y/o configuración del elemento reflector y de la fuente de luz en la unidad de exploración.

10 La figura 3a muestra aquí una variante en la que, enfrente de la fuente de luz 24', en el segundo lado del sustrato portador 23, el elemento reflector 25 está realizado de forma integrada en este lado. El elemento reflector 25 está formado aquí en este ejemplo por una estructura de rejilla difractiva. Una estructura de rejilla de este tipo puede ser, por ejemplo, una rejilla de fase de varias etapas con una estructura de Blaze o también pueden ser estructuras de rejilla de Blaze ideales. En la figura 3a se muestra, además, con una línea de trazo interrumpido la posición de las
15 fuente de luz virtual en el plano LQ_{VIRT} , que según los deseos coincide con el plano de detección D.

Una segunda forma de realización alternativa de un elemento reflector adecuado está representada en la figura 3b. A continuación, ya sólo se explicarán las diferencias de los ejemplo descritos hasta ahora; por lo demás, se usan los mismos signos de referencia que se han usado hasta ahora para los elementos que asumen la misma función.

20 En la figura 3b, el elemento reflector 25' está realizado en el segundo lado del sustrato portador 23, enfrente de la fuente de luz 24', ahora como elemento óptico refractivo con el efecto óptico deseado. Pro ejemplo, en este lugar del sustrato portador 23 puede estar realizado un espejo mediante un recubrimiento adecuado, que tiene un efecto de reflexión óptica correspondiente sobre los haces de rayos incidentes. Por lo general, el contorno del reflector correspondiente en este lugar estará realizado de forma esférica.

A diferencia del ejemplo anterior, en los dos ejemplos de las figuras 3a y 3b la fuente de luz 24' está dispuesta respectivamente a distancia del sustrato portador 23.

30 Otras variantes se muestran en las figuras 3c y 3d. Estos ejemplos se distinguen de las dos variantes anteriores sólo en cuanto a la disposición en el espacio de la fuente de luz 24 y el establecimiento de contacto eléctrico con la misma. Ahora, la fuente de luz 24 está dispuesta respectivamente directamente en el sustrato portador 23 y se establece un contacto electroconductor con la misma mediante los elementos de establecimiento de contacto 24.1 mostrados de forma esquemática. En la figura 3c, el elemento reflector 25 está realizado en el lado inferior del sustrato portador 23 nuevamente como estructura de rejilla difractiva; en la figura 3d, el elemento reflector 25' está
35 realizado como elemento óptico refractivo con el efecto óptico deseado.

En los dos ejemplos de las figuras 3c y 3d, el sustrato portador 23 asume además de su función óptica, por lo tanto, respectivamente también el posicionamiento y el establecimiento de contacto con la fuente de luz 24. En caso de un establecimiento de contacto flip chip con la fuente de luz 24, se suprimen tanto los trabajos costosos de ajuste durante el montaje como también la necesidad de un sustrato portador separado para la fuente de luz.

40 Otra forma de realización alternativa de la primera variante del dispositivo de medición de posición según la invención se explicará a continuación con ayuda de las figuras 4a y 4b. Estas muestran de forma análoga a la representación en las figuras 1a y 1b a su vez una representación en corte fuertemente esquematizada de la trayectoria de los rayos de exploración, así como una vista en planta desde arriba de la unidad de exploración 200. A continuación, se explicarán sólo las diferencias importantes del ejemplo de las figuras 1a y 1b.

De forma análoga al ejemplo arriba descrito, a los lados de la unidad de exploración 200 está prevista una placa portadora 210, en la que está colocada la unidad de exploración 220 con las dos disposiciones de detectores 221, 222. A diferencia de lo que se explicó arriba, el sustrato portador 230 transparente dispuesto por encima está realizado, no obstante, con una superficie claramente más grande y cubre en gran medida las disposiciones de detectores 221, 222 o la unidad de detección 220. De este modo queda garantizada una mejor protección de la unidad de detección 220 de daños mecánicos.

55 A diferencia del ejemplo arriba descrito, en la presente forma de realización se produce además el establecimiento de contacto eléctrico, en particular con las disposiciones de detectores 221, 222. Aquí, el sustrato portador 230 se usa también para el establecimiento de contacto eléctrico con las mismas. Para el establecimiento de contacto con la fuente de luz 240, de forma similar al primer ejemplo, un circuito impreso de contacto 241 correspondiente en el lado superior del sustrato portador 230 se extiende en el lado superior del placa portadora 230 y termina en la zona marginal del mismo en placas de contacto. A diferencia del primer ejemplo, el establecimiento de contacto eléctrico con disposiciones de detectores 221, 222 o de la unidad de detección se realiza en cambio mediante otros circuitos impresos de contacto 223 en el lado inferior del sustrato portador 230 entre el sustrato portador 230 y la unidad de detección 220. Para el establecimiento de contacto con las disposiciones de detectores 221, 222, a diferencia del ejemplo arriba descrito no se usan alambres de empalme sino circuitos impresos de contacto 241, 223, dispuestos
60 de forma planar en el lado inferior del sustrato portador 230. Esto permite el uso de procedimientos de
65

establecimiento de contacto flipchip en la fabricación de esta unidad constructiva.

Por lo demás, la estructura óptica base es idéntica a la del ejemplo arriba descrito. En particular, la funcionalidad óptica del elemento reflector 250 en el segundo lado o en el lado inferior del sustrato portador 230 corresponde a la de las figuras 1a y 1b.

Con ayuda de las figuras 5a, 5b así como 6 se explicará a continuación una segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención. Aquí, las figuras 5a y 5b muestran a su vez una vista en corte para la explicación de la trayectoria de los rayos de exploración, así como una vista en planta desde arriba de la unidad de exploración usada; con ayuda de las figuras 6a y 6b se explicarán determinadas condiciones geométricas de esta segunda variante.

Gracias a la previsión de un elemento reflector en la trayectoria de los rayos de exploración explicada con ayuda de la primera variante, el lugar de la fuente de luz puede desplazarse virtualmente al plano de detección. Así queda garantizada la independencia deseada, en particular de la exploración incremental de la distancia de exploración. No obstante, ahora existen constelaciones con ciertas condiciones supletorias geométricas predeterminadas, en las que el punto luminoso virtual de la fuente de luz no queda dispuesto en el plano de detección, a pesar del uso de un elemento reflector, sino que queda dispuesto delante del plano de detección. La segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención explicada a continuación ofrece una solución en el lado de detección, para garantizar mediante medidas ópticas selectivas en la trayectoria de los rayos de exploración que el punto luminoso virtual de la fuente de luz o la fuente de luz virtual queden dispuestos en el plano de detección.

Un dispositivo de medición de posición adecuado para la solución de este problema está representado en las figuras 5a y 5b, nuevamente de forma fuertemente esquematizada. La segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención está basada en la variante representada en las figuras 1a y 1b. A continuación, se explicarán sólo las medidas previstas adicionalmente a la primera variante.

Para garantizar la posición del punto luminoso de la fuente de luz virtual en el plano de detección está previsto disponer por encima de las disposiciones de detectores 321, 322 elementos de transmisión óptica 360. Los elementos de transmisión 360 están realizadas como placas de vidrio planoparalelas con determinadas propiedades ópticas (espesor d , índice de refracción n) y en el ejemplo cubren por completo las disposiciones de detectores 321, 322 correspondientes.

Por lo demás, la estructura de la unidad de exploración 300 así como de la medida materializada de reflexión 100 corresponde a la de las figuras 1a y 1b.

En la presente segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención, además de prever el elemento reflector 350 en el lado inferior del sustrato portador 330, al menos en la disposición de detectores 321 están dispuestos elementos de transmisión óptica 360 para generar las señales incrementales, para garantizar la posición deseada de la fuente de luz virtual en el plano de detección. En este lugar se indica que estas medidas adicionales en principio también pueden aplicarse sin las medidas indicadas en primer lugar en relación con el elemento reflector. Es decir, en caso de darse determinadas condiciones supletorias geométricas, puede bastar con tomar sólo estas medidas y renunciar a la disposición del elemento reflector según la primera variante. En este caso, sólo habría que disponer elementos de transmisión óptica elegidos de forma adecuada en la trayectoria de los rayos de exploración, por ejemplo en forma de placas de vidrio planoparalelas por encima de las disposiciones de detectores.

Para explicar más detalladamente la segunda variante y los efectos ópticos que resultan adicionalmente por los elementos de transmisión en la trayectoria de los rayos de exploración, se remite a las figuras 6a y 6b. La figura 6a muestra a su vez de forma esquematizada la trayectoria de los rayos de exploración desplegada, incluidas distintas magnitudes geométricas relevantes; la figura 6b muestra un detalle de la figura 6a.

En principio, pueden surgir problemas en el caso de configuraciones de exploración de este tipo, que requieran soluciones según la segunda variante, cuando se presenta una relación poco favorable entre la superficie iluminada de la disposición de detectores (gran ensanche del haz) y la distancia de exploración. Aquí puede ocurrir que el punto luminoso virtual de la fuente de luz no quede dispuesto en el plano de detección, como se pretende, sino delante del plano de detección.

Con ayuda de las figuras 6a y 6b, se explicarán más detalladamente estos problemas, así como las medidas tomadas para resolverlos según la segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención.

El haz de rayos emitido por la fuente de luz (puntual) real en el punto $x_{LQ_{REAL}}$ en el plano LQ_{REAL} , se ensancha en primer lugar de forma adecuada mediante una óptica de ensanchamiento AO. La óptica de ensanchamiento AO está realizada por lo general como elemento de transmisión óptica, p.ej. como lente, y tiene un espesor D , así como un índice de refracción n_1 . El rayo de luz representado del haz de rayos emitido experimenta en las superficies límite de la óptica de ensanchamiento AO, al entrar y al salir, respectivamente el efecto óptico deseado en forma de una

refracción y sale de la óptica de ensanchamiento AO (con el haz ensanchado) con el ángulo α , como está representado en la figura 6a. La posición $x_{LQ_{VIRT}}$ del punto luminoso virtual queda dispuesta en la óptica de ensanchamiento AO en el plano LQ_{VIRT} como se muestra mediante la prolongación posterior, representada mediante una línea de trazo interrumpido, del rayo de luz de salida transmitido; este plano está desplazado el valor x_1 respecto a la superficie límite de entrada en el interior de la óptica de ensanchamiento AO.

La distancia u representa a su vez la distancia entre la medida materializada de reflexión M y el plano de la medida materializada M y el plano de la fuente de luz virtual LQ_{VIRT} . Desde el lado de la medida materializada, el punto luminoso virtual aparece, por consiguiente, con un ángulo α .

Como ya se ha mencionado varias veces anteriormente, se pretende que las magnitudes u y v sean idénticas, es decir, $u = v$. Dicho de otro modo, esto significa que la distancia entre el plano de la fuente de luz virtual LQ_{VIRT} y el plano de la medida materializada M es idéntica a la distancia entre el plano de la medida materializada M y el plano de detección.

Puesto que el presente dispositivo de medición de posición debe estar realizado como sistema con luz incidente, el requisito $u = v$ tiene como consecuencia que el plano de detección quedaría dispuesto, por lo tanto, en el interior de la óptica de ensanchamiento AO, por así decirlo. No obstante, allí no puede colocarse una disposición de detectores real.

Para resolver este problema, en la segunda variante del dispositivo de medición de posición según la invención está previsto colocar el plano de detección virtualmente en la posición deseada, es decir, en el plano de detección virtual D_{VIRT} ; en realidad, la colocación de la disposición de detectores se realiza naturalmente en un plano de detección real adecuado D_{REAL} . Como se muestra en la figura 6a, el plano de detección virtual D_{VIRT} se coloca a una distancia x_2 del plano de detección D_{REAL} . Para colocar el plano de detección virtual D_{VIRT} en la posición necesaria, en la trayectoria de los rayos de exploración está dispuesto ahora un elemento de transmisión óptica OT con el espesor d y el índice de refracción n_2 , de modo que gracias a ello resulta un efecto óptico definido en la trayectoria de los rayos de exploración.

En la figura 6b, el efecto óptico del elemento de transmisión OT se muestra en una representación a escala ampliada, en particular los efectos de desviación que resultan por ello para los haces de rayos transmitidos.

A continuación, se explicará detalladamente el efecto óptico del elemento de transmisión OT, así como consideraciones para la configuración del mismo con ayuda de las figuras 6a y 6b. Aquí se pretende que el plano de detección virtual D_{VIRT} quede dispuesto en el plano de la fuente de luz también virtual L_{VIRT} . El plano de la fuente de luz virtual L_{VIRT} se encuentra a una distancia x_1 de la superficie de la óptica de ensanchamiento. De ello resulta el requisito que deba elegirse $x_2 > x_1$, si debe tener lugar una colocación real de la disposición de detectores en el exterior de la óptica de ensanchamiento AO o del elemento de transmisión OT.

Como puede verse en la figura 6b, se distingue la trayectoria de los rayos real hasta una disposición de detectores en el exterior del elemento de transmisión OT y la trayectoria de los rayos (mostrada en línea de trazo interrumpido) hasta una disposición de detectores virtual en la posición $x_{D_{VIRT}}$ por lo demás, por tenerse en cuenta la refracción que resulta en la superficie límite de entrada en el caso de la trayectoria de los rayos real; en el caso de la trayectoria de los rayos virtual, ésta no se tiene en cuenta, como está representado.

En principio, para la trayectoria de los rayos real en a la superficie límite de entrada es válido:

$$\sin \alpha = n_2 * \sin \beta, \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Además, son válidas las siguientes relaciones geométricas para la situación representada en la figura 6n:

$$\tan \alpha = y / x_3, \quad (\text{Ec. 3.2})$$

$$\tan \beta = y / x_3 + x_2, \quad (\text{Ec. 3.3})$$

De ello resulta:

$$x_3 = x_2 * \tan \beta / (\tan \alpha - \tan \beta) \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Teniéndose en cuenta el requisito $x_2 > x_1$ arriba mencionado, para la elección de la magnitud d , es decir, del espesor del elemento de transmisión OT resulta, por lo tanto, como requisito mínimo:

$$\begin{aligned} d &= x_2 + x_3 = \\ &= x_1 * (1 + \tan \beta / (\tan \alpha - \tan \beta)) \quad (\text{Ec. 3.5}) \end{aligned}$$

Gracias a una elección correspondiente del espesor d del elemento de transmisión OT en la trayectoria de los rayos de exploración puede ajustarse, por lo tanto, de forma deseada la posición del plano de detección virtual, para garantizar las ventajas pretendidas en la exploración.

5 Como puede verse en las figuras 5a y 5b, unos elementos de transmisión óptica con espesores adecuados correspondientemente concebidos están realizados como placas de vidrio planoparalelas, dispuestas por encima de las disposiciones de detectores (reales).

10 En esta variante del dispositivo de medición de posición según la invención, los elementos de transmisión óptica además pueden ser provistos de otras estructuras ópticamente eficaces, como por ejemplo estructuras de rejillas o estructuras de lentes, para corregir errores de representación que resulten eventualmente. Además, mediante los elementos de este tipo también puede garantizarse que la luz incida sólo perpendicularmente en la disposición de detectores, pudiendo evitarse gracias a ello un solapamiento indeseado entre elementos detectores adyacentes debido a una incidencia oblicua de la luz.

15 Además, de las variantes y de los ejemplos de realización que se han explicado hasta ahora, en el marco de la presente invención existen naturalmente también otras posibilidades de configuraciones alternativas y complementarias.

20 Por ejemplo, es posible envolver la fuente de luz colocada en el lado superior del sustrato portador completamente con una masa de relleno adecuada y proteger de este modo de forma fiable la fuente de luz de sufrir daños eventuales en el servicio.

25 En el lado superior y en el lado inferior del sustrato portador pueden estar realizadas además del elemento reflector otras zonas parciales ópticamente activas, para influir en caso necesario en la trayectoria de los rayos de exploración. Pueden ser otras estructuras o rejillas difractivas o también otras estructuras o reflectores refractivos. Estos están dispuestos o realizados preferiblemente todos sólo en un lado, por ejemplo el lado inferior del sustrato portador.

30 Si según el ejemplo de realización, en las figuras 4a y 4b el sustrato portador se conecta eléctricamente con la unidad de detección mediante un contacto flip chip, en el espacio intermedio puede disponerse un material de relleno adecuado o un llamado relleno inferior, que protege las estructuras ópticamente activas realizadas en el lado inferior en el sustrato portador, etc.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición de posición para detectar la posición relativa de una unidad de exploración (20; 200), así como de una medida materializada de reflexión (10; 100) móvil respecto a ésta en al menos una dirección de medición (x), comprendiendo la unidad de exploración (20; 200) una fuente de luz (24, 240), así como una disposición de detectores (22.1, 22.2; 221, 222) en un plano de detección (D),
caracterizado por que
 en la unidad de exploración (20; 200) está dispuesto además al menos un elemento reflector (25; 25'; 250; RE) en la trayectoria de los rayos de exploración, que tiene un efecto óptico en la trayectoria de los rayos de exploración en el sentido de que la distancia (u) entre una fuente de luz virtual y la medida materializada de reflexión (10; 100), por un lado, y la distancia (v) entre la medida materializada de reflexión (10; 100) y el plano de detección (D), por otro lado, son idénticas, por lo que la fuente de luz (24; 240) queda colocada virtualmente en el plano de detección (D).
2. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento reflector (25; 25'; 250; RE) está dispuesto entre la fuente de luz (24; 240) y la medida materializada de reflexión (10; 100) en la trayectoria de los rayos de exploración.
3. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento reflector (25; 25'; 250; RE) está realizado como elemento óptico refractivo.
4. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento reflector (25; 25'; 250; RE) está realizado como elemento óptico difractivo.
5. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de exploración (20; 200) comprende un sustrato portador (23; 230) transparente,
 - en cuyo primer lado (lado superior), orientado hacia la medida materializada de reflexión (10; 100) está dispuesta la fuente de luz (24; 240) y
 - en cuyo segundo lado (lado inferior), no orientado hacia la medida materializada de reflexión (10; 100) está dispuesto el elemento reflector (25; 25'; 250; RE).
6. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la superficie emisora de radiación de la fuente de luz (24; 24') está dispuesta en dirección hacia el primer lado del sustrato portador (23; 230) y la fuente de luz (24; 240) emite radiación en dirección hacia el segundo lado del sustrato portador (23; 230).
7. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el elemento reflector (25; 25'; 250; RE) está realizado como componente óptico integrado en el segundo lado del sustrato portador (23; 230).
8. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 5, **caracterizado por que** el sustrato portador (23; 230) con la fuente de luz (24; 240) y el elemento reflector (25; 25'; 250; RE) está dispuesto por encima de una unidad de detección (22; 220) con al menos una disposición de detectores (22.1, 22.2; 221, 222), estando colocada la unidad de detección (22; 220) en una placa portadora (21; 210) en la unidad de exploración (20; 200).
9. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el sustrato portador (23) ocupa una superficie más pequeña que la unidad de exploración (22) y está dispuesto en una zona parcial central de la unidad de detección (22), sin que estén completamente cubiertas las disposiciones de detectores (22.1, 22.2), de modo que la unidad de detección (22), en las zonas no cubiertas por el sustrato portador (23), está conectada de forma eléctricamente conductora mediante alambres de empalme (22.3) con circuitos impresos en la placa portadora (21).
10. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 9, **caracterizado por que** la fuente de luz (24) en el sustrato portador (23) está conectada de forma eléctricamente conductora mediante alambres de empalme (24.1) con circuitos impresos en la unidad de detección (22).
11. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 8, **caracterizado por que** el sustrato portador (230) cubre parcialmente la al menos una disposición de detectores (221; 22) en la unidad de detección (220), estando dispuestos circuitos impresos de contacto (223) entre el segundo lado del sustrato portador (230) y la disposición de detectores (221, 222) para establecer el contacto eléctrico con la disposición de detectores (221, 222).
12. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 11, **caracterizado por que** la fuente de luz (240) en el sustrato portador (230) está conectada de forma eléctricamente conductora con los circuitos impresos en la unidad de detección (220) mediante circuitos impresos de contacto en el sustrato portador (230).
13. Dispositivo de medición de posición para detectar la posición relativa de una unidad de exploración (300), así como de una medida materializada de reflexión (100) móvil respecto a ésta en al menos una dirección de medición (x), comprendiendo la unidad de exploración (300) una fuente de luz (340), así como una disposición de detectores

- (221, 222) en un plano de detección,
caracterizado por que en la unidad de exploración (300) está dispuesto además al menos un elemento de transmisión óptica (360) en la trayectoria de los rayos de exploración, que tiene un efecto óptico en la trayectoria de los rayos de exploración en el sentido de que la distancia (u) entre la fuente de luz (340) y la medida materializada de reflexión (100), por un lado, y la distancia (v) entre la medida materializada de reflexión (100) y una disposición de detectores (321, 322) en un plano de detección virtual (D_{VIRT}), por otro lado, son idénticas, de modo que, en caso de un movimiento relativo de la unidad de exploración (300) y la medida materializada de reflexión (100) resulta un dibujo de franjas modulado en función del desplazamiento en el plano de detección virtual (D_{VIRT}).
- 10 14. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el elemento de transmisión óptica (360) está dispuesto entre la medida materializada de reflexión (100) y la disposición de detectores (321, 322) en la trayectoria de los rayos de exploración.
- 15 15. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el elemento de transmisión óptica (360) está realizado como elemento óptico refractivo.
16. Dispositivo de medición de posición según la reivindicación 15, **caracterizado por que** el elemento de transmisión óptica (360) está realizado como placa de vidrio planoparalela con un espesor (d) definido.
- 20 17. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones 13 a 16, **caracterizado por que** la unidad de exploración (300) comprende una placa portadora (310), en la que está dispuesta una unidad de detección (320) con al menos una disposición de detectores (321, 322), estando dispuesto el elemento de transmisión óptica (360) por encima de la disposición de detectores (321, 322).
- 25 18. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones 13 a 17, **caracterizado por que** el elemento de transmisión óptica está provisto de elementos ópticos, que garantizan que la luz incida sólo perpendicularmente en la disposición de detectores.
- 30 19. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la fuente de luz (24, 240, 340) está realizada como fuente de luz puntual.
20. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la unidad de exploración (20, 200, 300) comprende al menos dos disposiciones de detectores (22.1, 22.2, 221, 222, 321, 322), de las que una primera disposición de detectores (22.1, 221, 321) es adecuada para la detección de una señal incremental en función del desplazamiento y una segunda disposición de detectores (22.2, 222, 322) es adecuada para la detección de una señal de posición absoluta.
- 35 21. Dispositivo de medición de posición según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la disposición de detectores (22.1, 22.2, 221, 222, 321, 322) está realizada como conjunto de detectores que está formado por distintos elementos detectores, que están dispuestos unos al lado de los otros en la dirección de medición (x).
- 40

FIG. 1a

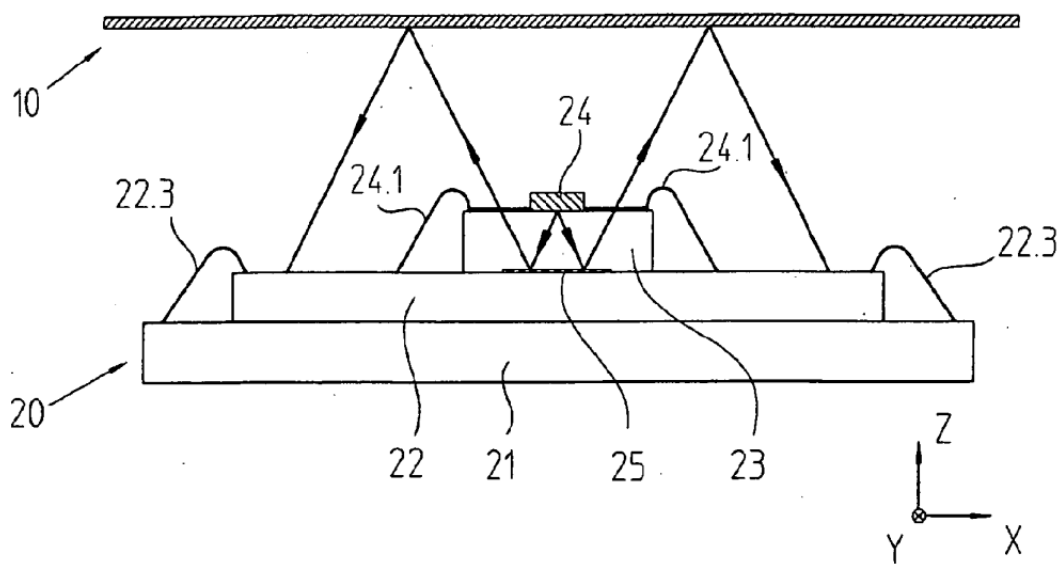


FIG. 1b

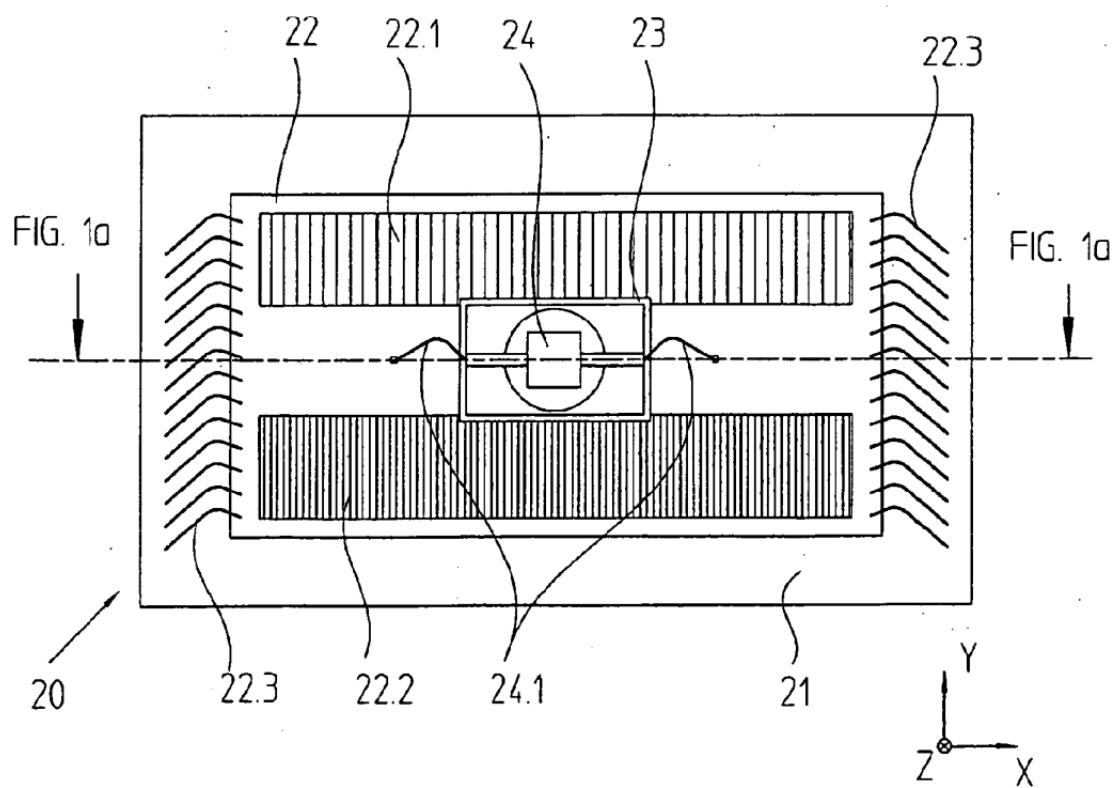


FIG. 2

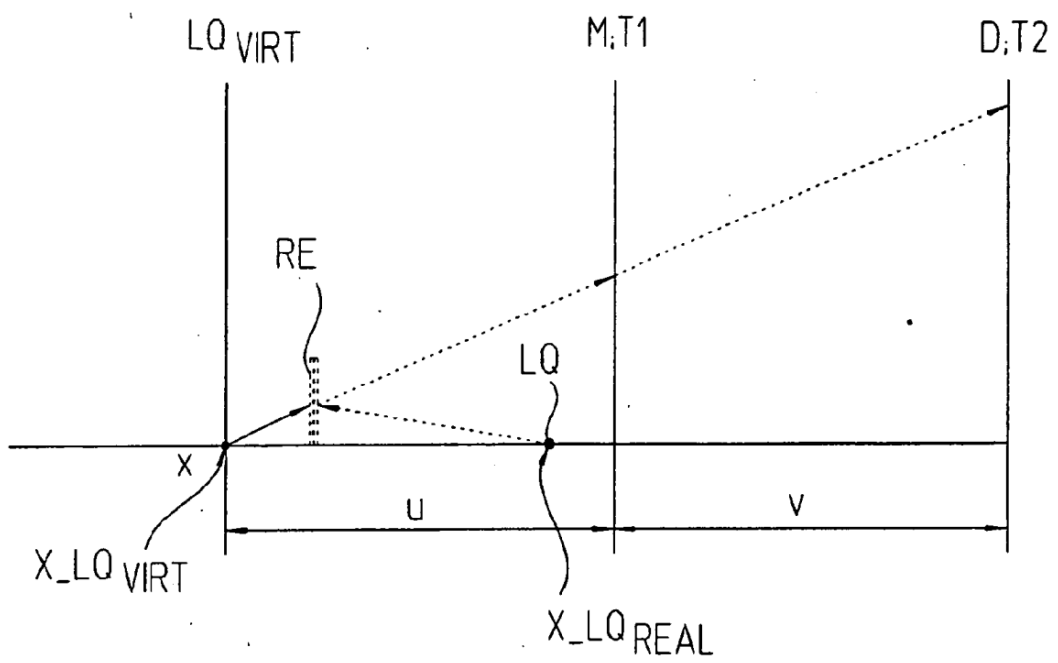


FIG. 3a

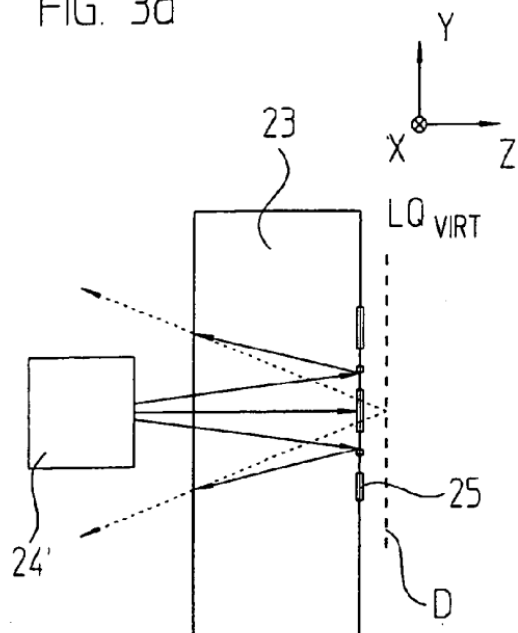


FIG. 3b

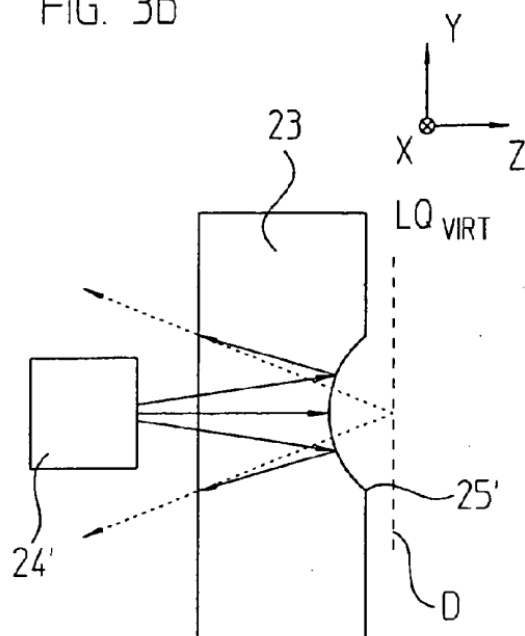


FIG. 3c

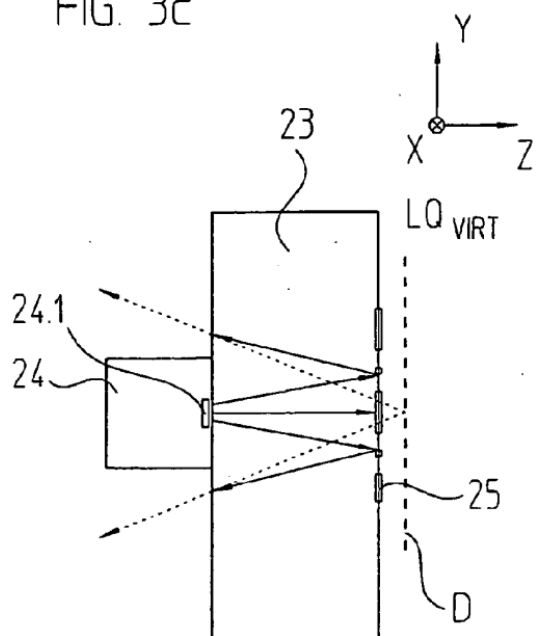


FIG. 3d

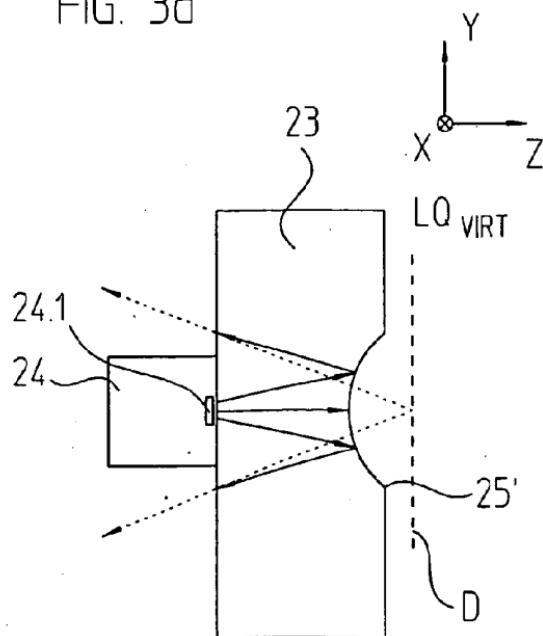


FIG. 4a

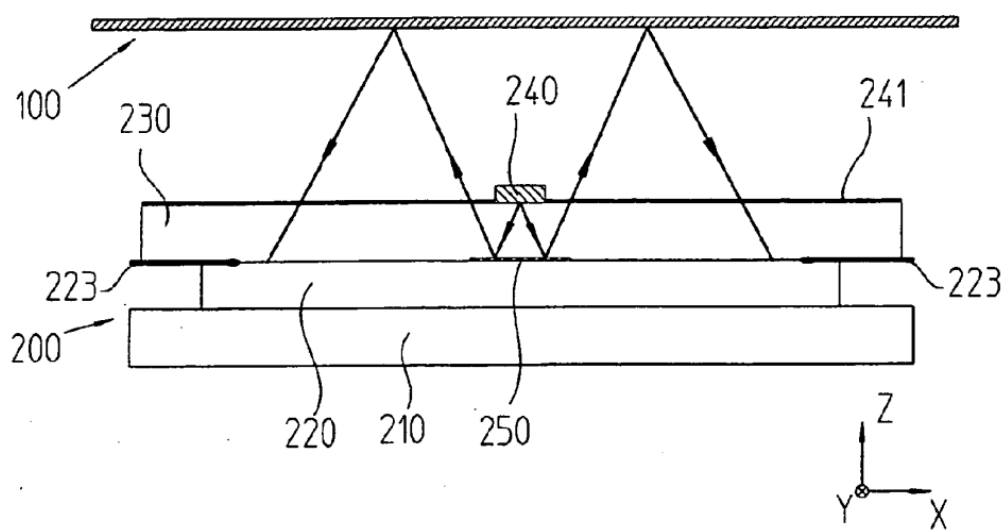


FIG. 4b

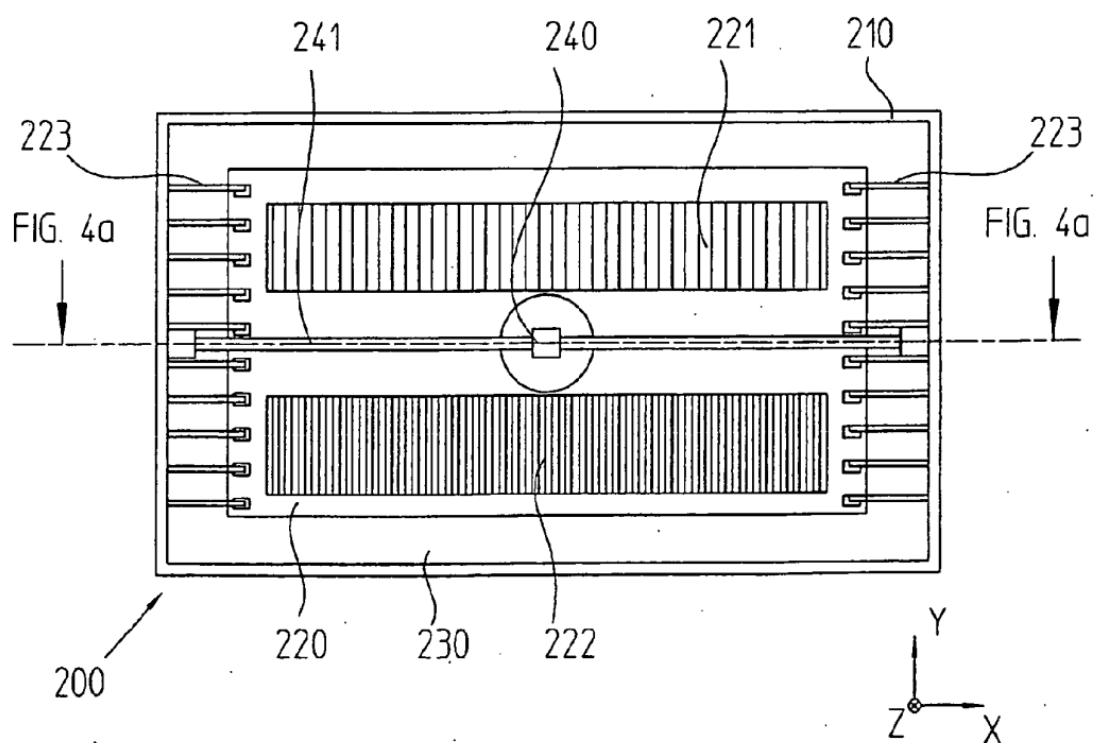


FIG. 5a

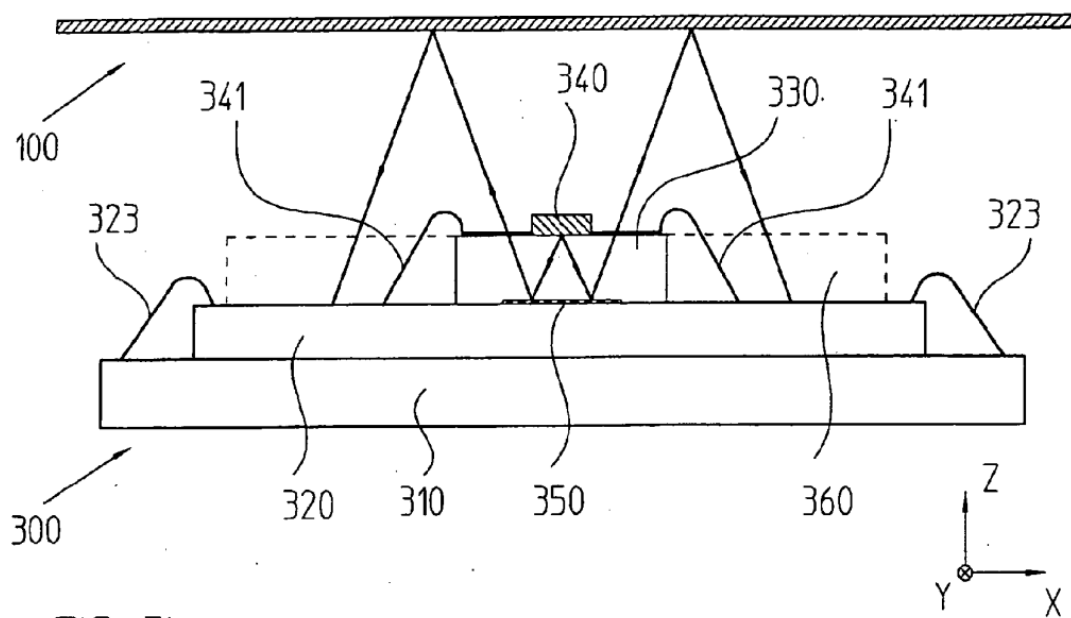


FIG. 5b

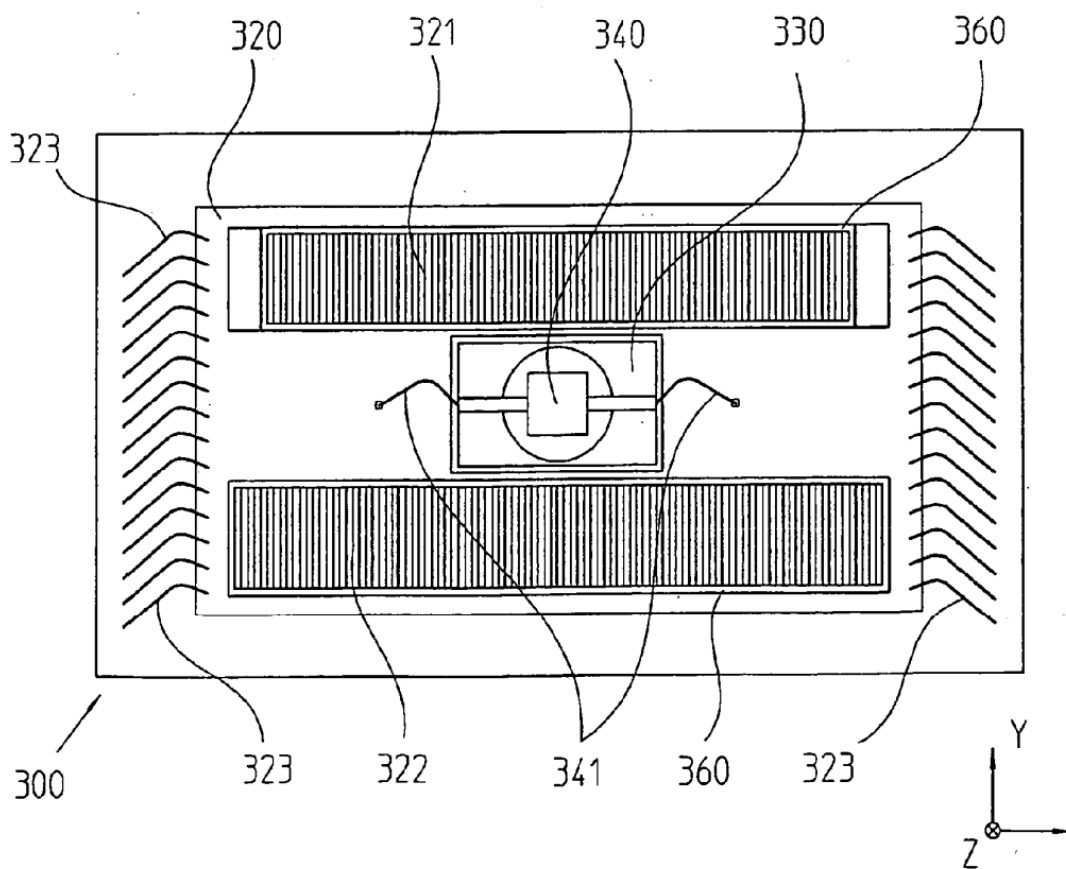


FIG. 6d

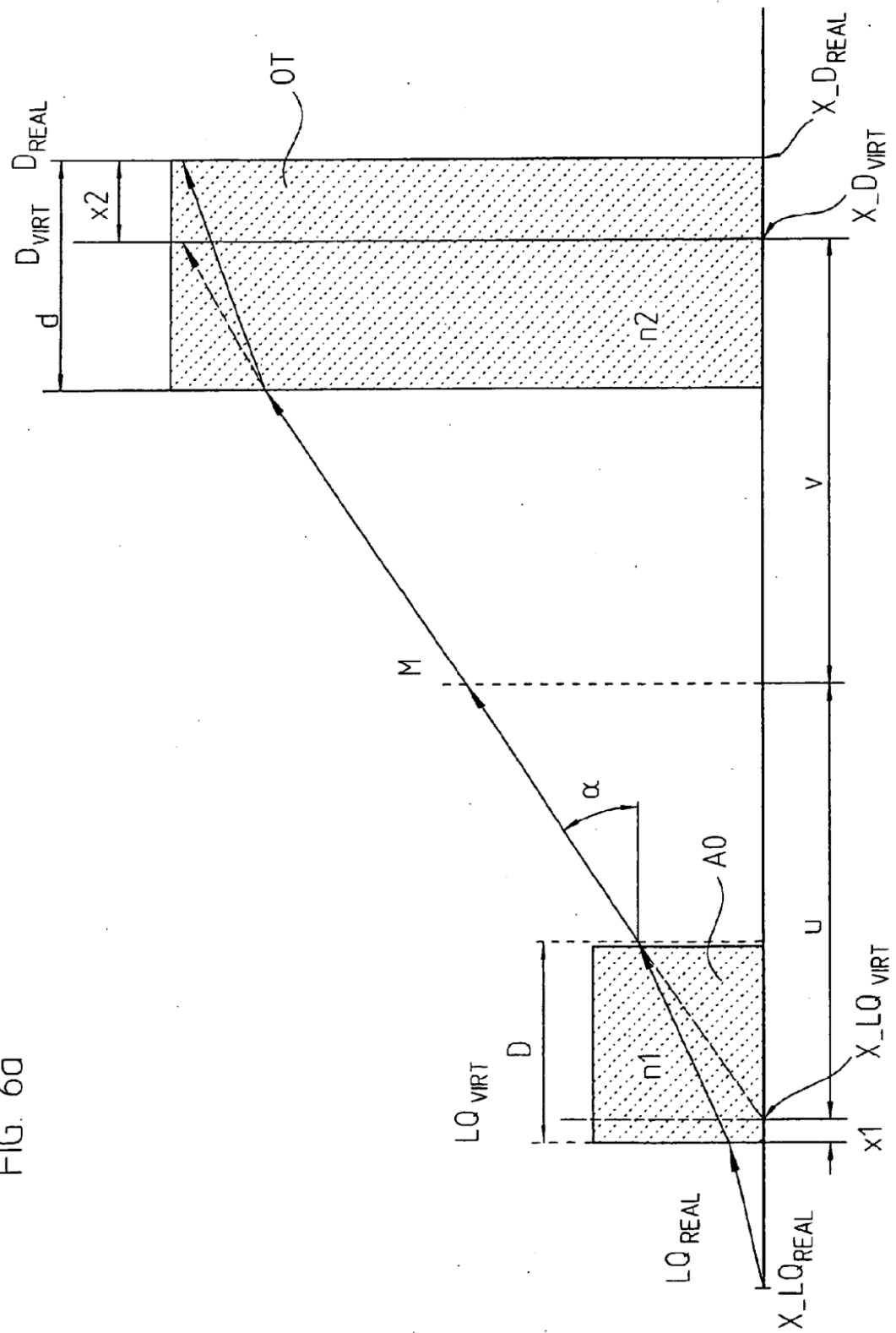


FIG. 6b

