

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 579**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/34** (2006.01)

**G01D 5/347** (2006.01)

**G01D 5/28** (2006.01)

**G01D 5/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2014** **E 14382426 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 3015828**

54 Título: **Dispositivo optoelectrónico y método asociado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.02.2017**

73 Titular/es:

**FAGOR, S. COOP. (100.0%)**  
**Barrio San Andrés, s/n Apdo. 213**  
**20500 Arrasate-Mondragón, Gipuzkoa, ES**

72 Inventor/es:

**MORLANES CALVO, TOMÁS y**  
**DE LA PEÑA AZAROLA, JOSÉ LUIS**

74 Agente/Representante:

**IGARTUA IRIZAR, Ismael**

**ES 2 602 579 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo optoelectrónico y método asociado.

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere a un dispositivo optoelectrónico para medir desplazamientos lineales, y a un método asociado para determinar al menos un ángulo de rotación.

10 **ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA**

Los dispositivos optoelectrónicos para medir desplazamientos lineales comprenden dos elementos que se desplazan uno con respecto al otro en una dirección de medición lineal, y el dispositivo está configurado para determinar el desplazamiento relativo entre ambos elementos. Los elementos se corresponden con una regla graduada, que normalmente está fijada a una superficie de un máquina y permanece fija, y una cabeza lectora que está dispuesta a una distancia de separación determinada con respecto a la regla graduada y que se desplaza linealmente en la dirección de medición con respecto a la regla graduada, explorándola con medios ópticos. La regla graduada comprende una pista incremental compuesta por zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión y distribuidas en la dirección de medición con un periodo determinado, y como resultado de la exploración óptica de la cabeza lectora sobre ella a medida que dicha cabeza lectora se desplaza en la dirección de medición se generan unas señales eléctricas periódicas (dependientes del periodo de la regla graduada) a partir de las cuales se puede determinar el desplazamiento relativo entre ambos elementos. Normalmente se generan dos señales en cuadratura, con sus correspondientes señales negativas, y el desplazamiento se determina en función de los flancos de al menos una de dichas señales. La precisión de la medida depende del número de flancos de dichas señales que se tienen en cuenta, y del periodo de las zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la regla graduada.

Algunos dispositivos comprenden además al menos un índice de referencia en la regla graduada, de tal manera que se puede determinar el desplazamiento relativo entre ambos elementos tomando como posición de referencia la posición en la que se detecta el índice de referencia. Un ejemplo de este tipo de dispositivos se divulga por ejemplo en el documento EP1177558A1.

En otros dispositivos, como por ejemplo el divulgado en el documento EP2199752A1, se utiliza, en vez de un índice de referencia, una pista adicional paralela a la regla graduada. Esta pista paralela está formada por zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión que forman un código pseudoaleatorio. Gracias a la pista adicional se puede determinar además la posición absoluta en todo momento de uno de los elementos con respecto al otro.

Lo ideal para los dispositivos de este tipo es que, tanto en la instalación como durante el desplazamiento relativo entre los dos elementos, ambos elementos estén paralelos entre sí. En la práctica esto no suele ser así puesto que un elemento puede rotar o estar rotado con respecto al otro elemento. En la figura 1 se representan a modo de ejemplo los ejes de coordenadas  $X_1$ ,  $Y_1$  y  $Z_1$  de un primer elemento 1' fijo y los ejes de coordenadas  $X_2$ ,  $Y_2$  y  $Z_2$  de un segundo elemento 2' desplazable con respecto al primer elemento 1', que son paralelos, y sobre los ejes de coordenadas  $X_2$ ,  $Y_2$  y  $Z_2$  del segundo elemento 2' se representan las posibles rotaciones R1 (cabeceo), R2 (orientación) y R3 (balanceo) de dicho segundo elemento 2' con respecto a dichos ejes de coordenadas  $X_2$ ,  $Y_2$  y  $Z_2$ , lo que resultaría en una pérdida de paralelismo entre ambos elementos 1' y 2'. Cuando existe una rotación R1, R2 o R3 del segundo elemento 2' con respecto a alguno de los ejes de coordenadas  $X_2$ ,  $Y_2$  y  $Z_2$ , (y por lo tanto está rotado con respecto al primer elemento 1') existe una desviación angular de dicho segundo elemento 2 en la dirección correspondiente con respecto a la posición en la que estarían ambos elementos 1' y 2' paralelos, y dicha desviación se cuantifica mediante un ángulo de rotación correspondiente: ángulo de cabeceo para la rotación R1, ángulo de orientación para la rotación R2 y ángulo de balanceo para la rotación R3. Las rotaciones R1, R2 y R3, en particular las rotaciones R1 y R2, pueden dar lugar a medidas erróneas de posición en la dirección de desplazamiento  $X'$ , por lo que la determinación de al menos un ángulo de rotación puede emplearse para corregir las medidas de posición en la dirección de medición  $X$  obtenidas y evitar así los posibles errores debido a la rotación correspondiente.

En el documento EP11271107A1 se divulga un dispositivo que soluciona este problema, al menos en parte, puesto que se propone un modo de detectar y cuantificar el cabeceo (el ángulo de rotación asociado a la rotación R1 mostrada en la figura 1, es decir, el ángulo de cabeceo). La regla graduada del dispositivo descrito comprende una pista incremental con zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión distribuidas en la dirección de medición que definen dos periodos claramente diferenciados, dando lugar a dos señales de exploración diferentes a medida que la cabeza lectora se desplaza. Cada señal de exploración forma parte de un sistema de medida, y en este documento se propone comparar las señales de exploración obtenidas con dos sistemas de medida diferentes para detectar y cuantificar el cabeceo, y poder así corregirlo.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es el de proporcionar un dispositivo optoelectrónico para medir desplazamiento lineales y un método asociado, tal y como se define en las reivindicaciones.

5 Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo optoelectrónico para medir desplazamiento lineales que comprende un primer elemento, un segundo elemento desplazable linealmente con respecto al primer elemento en una dirección de medición, y unos medios de control para determinar la posición de uno de los elementos con respecto al otro elemento. El segundo elemento comprende unos medios de emisión para iluminar una superficie de reflexión especular del primer elemento y un área de recepción para recibir al menos parte de la luz que se refleja en la superficie de reflexión especular, entendiéndose por superficie de reflexión especular aquella superficie con capacidad de reflejar de manera especular al menos parte de la luz que recibe.

10 El dispositivo de la invención comprende además una ventana que está dispuesta en el recorrido de la luz entre los medios de emisión y el área de recepción, y que comprende un área de perturbación con zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz, distribuidas en la dirección de medición. Los medios de control están adaptados para comparar una distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción a partir de la luz que llega al área de recepción tras reflejarse en la superficie de reflexión, y tras atravesar el área de perturbación de la ventana, con una distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada, y para determinar el ángulo de cabeceo entre ambos elementos en función del resultado de dicha comparación. La determinación del ángulo de cabeceo permite corregir la cota de la posición relativa entre ambos elementos en la dirección de medición, por ejemplo, al menos en lo que se refiere al posible error generado en la cota debido a la presencia del cabeceo.

15 De esta manera, gracias a la ventana y al área de perturbación de la misma, con una única distribución de intensidad luminosa reflejo de una superficie de reflexión especular es suficiente para determinar la magnitud del cabeceo entre ambos elementos del dispositivo (el ángulo de cabeceo, que se corresponde con el ángulo de rotación asociado a la rotación R1 mostrada en la figura 1), teniendo que cumplir dicha superficie de reflexión la única condición de presentar una capacidad de reflexión especular, con lo que se puede emplear cualquier superficie del primer elemento sobre la que pueda reflejarse la luz de manera especular como superficie de reflexión para determinar el ángulo de cabeceo entre ambos elementos. Además, al compararse dos distribuciones de intensidad luminosas (dos "imágenes"), el cabeceo se puede determinar también en estático, sin necesidad de desplazar un elemento con respecto al otro para ello, lo cual puede ser ventajoso durante el montaje del dispositivo por ejemplo, puesto que durante el mismo se puede detectar la magnitud del cabeceo de una manera rápida y sencilla para corregirlo si así se requiere (corrección de montaje o de posición determinada durante el funcionamiento del dispositivo).

20 Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método de determinación de al menos un ángulo de rotación para un dispositivo optoelectrónico que se emplea para medir desplazamientos lineales entre dos elementos que se desplazan linealmente entre sí. El dispositivo comprende un primer elemento, un segundo elemento desplazable linealmente con relación al primer elemento en una dirección de medición y unos medios de control para determinar la posición relativa entre ambos elementos. En el método se ilumina una superficie de reflexión del primer elemento desde unos medios de emisión del segundo elemento, recibiendo al menos parte de la luz reflejada en un área de recepción de dicho segundo elemento. Además, se provoca el paso de la luz empleada para iluminar la superficie de reflexión a través de una ventana que comprende un área de perturbación con zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz antes de llegar al área de recepción. Perturbándose dicha luz, se compara la distribución de intensidad luminosa resultante generada en el área de recepción con una distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada, y se determina el ángulo de cabeceo entre ambos elementos en función del resultado de dicha comparación, obteniéndose al menos las ventajas comentadas anteriormente para el primer aspecto de la invención.

25 Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra las rotaciones que puede tener un elemento que se desplaza linealmente con respecto a otro elemento en un dispositivo optoelectrónico para medir desplazamientos lineales.

60 La figura 2 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo optoelectrónico de la invención.

La figura 3 muestra el dispositivo de la figura 2, presentando el segundo elemento un ángulo de cabeceo con respecto al primer elemento.

65 La figura 4 es una vista parcial en planta de una ventana de una realización del dispositivo de la invención.

La figura 5 es una vista en planta del primer elemento de una primera realización preferente del dispositivo de la invención.

5 La figura 6 es una vista en planta del primer elemento de una segunda realización preferente del dispositivo de la invención.

La figura 7 es una vista en planta del primer elemento de la figura 6 junto con el segundo elemento alineado con respecto a dicho primer elemento.

10 La figura 8 es una vista en planta del primer elemento de la figura 6 junto con el segundo elemento con un ángulo de orientación con respecto al primer elemento.

La figura 9a es una superposición de los dispositivos mostrados en las figuras 2 y 3.

15 La figura 9b es una representación gráfica del recorrido de la luz en los dispositivos superpuestos de la figura 9a.

La figura 10 muestra la comparación realizada en una realización del dispositivo de la invención, de dos señales periódicas representativas de dos distribuciones de intensidad luminosa ante la presencia de un ángulo de cabeceo entre el segundo elemento y el primer elemento.

20 La figura 11 muestra la comparación realizada en una realización del dispositivo de la invención, de dos señales periódicas representativas de dos distribuciones de intensidad luminosa ante la ausencia de un ángulo de cabeceo entre el segundo elemento y el primer elemento y ante una desviación de la distancia de trabajo con respecto a la distancia de trabajo nominal.

25 EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Un primer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo 100 para medir desplazamientos lineales como el mostrado a modo de ejemplo en las figuras 2 y 3. El dispositivo 100 comprende un primer elemento 1, un segundo elemento 2 desplazable linealmente con respecto al primer elemento 1 en una dirección de medición X y unos medios de control 3 para determinar el desplazamiento relativo entre ambos elementos 1 y 2, y está adaptado además para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre ambos elementos 1 y 2 representado a modo de ejemplo en la figura 3, correspondiéndose el ángulo de cabeceo  $\alpha$  con uno de los posibles ángulos de rotación comentados anteriormente (en concreto con el ángulo de rotación asociado a la rotación R1 mostrada en la figura 1). De esta manera, a la hora de calcular la posición relativa entre ambos elementos 1 y 2 en la dirección de medición X se puede tener en cuenta dicho ángulo de cabeceo  $\alpha$  para corregir dicha posición adecuadamente (la cota de dicha posición). El ángulo de cabeceo  $\alpha$  refleja la magnitud de la rotación R1 entre ambos elementos 1 y 2.

40 En este tipo de dispositivos 100 el segundo elemento 2 es una cabeza lectora, y el primer elemento 1 puede ser una parte estática de una máquina por ejemplo, sobre la que se dispone al menos una pista de lectura sobre la que se haya más adelante.

El segundo elemento 2 comprende unos medios de emisión 20 que iluminan una superficie de reflexión 10 especular del primer elemento 1, preferentemente con una luz divergente, y un área de recepción 21 para recibir al menos parte de la luz que se refleja especularmente en la superficie de reflexión 10, entendiéndose por superficie de reflexión 10 especular aquella superficie que produce una reflexión especular de al menos parte de la luz que recibe. El dispositivo 100 comprende además una ventana 4 que está dispuesta en el recorrido de la luz desde los medios de emisión 20 hasta el área de recepción 21. La ventana 4 comprende un área de perturbación 40 con zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz distribuidas en la dirección de medición X (zonas 40a que impiden la transmisión de la luz y zonas 40b que permiten la transmisión de la luz), tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 4. De esta manera, la luz que se emite para iluminar la superficie de reflexión 10 llega hasta el área de recepción 21 habiendo sido previamente perturbada por el área de perturbación 40 de la ventana 4 (antes o después de reflejarse en la superficie de reflexión 10, en función de dónde esté dispuesta la ventana 4), y en el área de recepción 21 se genera como consecuencia una distribución de intensidad luminosa que refleja el área de perturbación 40. Los medios de control 3 emplean dicha distribución de intensidad luminosa para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre los elementos 1 y 2, de tal manera que el dispositivo 100 de la invención permite realizar dicha determinación gracias a la presencia de la ventana 4 y al tratamiento de la luz que atraviesa dicha ventana 4. Las zonas 40a y 40b pueden estar distribuidas periódicamente en la dirección de medición X con un periodo P40 determinado, aunque no es un requisito indispensable. La ventana 4 se desplaza solidaria con el segundo elemento 2, y preferentemente está integrada en dicho segundo elemento 2 formando parte de él. Además, la ventana 4 está preferentemente orientada de la misma manera que el área de recepción 21 en la dirección de medición X, estando dicha ventana 4 afectada por el cabeceo de la misma manera que dicha área de recepción 21, y por tanto que el segundo elemento 2.

65 El dispositivo 100 comprende unos medios de detección en el área de recepción 21 del segundo elemento 2, que transforman la luz recibida (la distribución de intensidad luminosa) en un formato compatible para los medios de

- control 3, de tal manera que los medios de control 3 son capaces de procesar la distribución de la intensidad luminosa gracias a dicha transformación. Preferentemente los medios de detección comprenden fotodetectores para transformar la luz recibida en al menos una señal eléctrica, aunque podrían comprender otros medios. Los medios de detección, además, comprenden tantos módulos fotodetectores como se requieran para generar las señales eléctricas requeridas. Por ejemplo, si el dispositivo 100 comprende dos pistas de lectura paralelas, los medios de detección comprenden dos módulos fotodetectores diferentes (uno para cada pista de lectura), teniéndose dos sistemas de medida (cada uno de ellos formado al menos por los medios de emisión 20, una pista de lectura y el módulo fotodetector asociado a dicha pista de lectura).
- Los medios de control 3 comparan la distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción 21 con una distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada (en un formato compatible con los medios de control 3), y determinan el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre ambos elementos 1 y 2 en función del resultado de dicha comparación. La distribución de intensidad luminosa patrón se genera previamente y se corresponde con la distribución de intensidad luminosa deseada (normalmente ausencia de cabeceo entre los dos elementos 1 y 2, y con el área de recepción 21 dispuesta a una distancia de trabajo nominal determinada con respecto a la superficie de reflexión 10), por lo que al realizarse dicha comparación se determina de manera sencilla el ángulo de cabeceo  $\alpha$  (si ambas distribuciones coincidieran el ángulo de cabeceo  $\alpha$  sería cero y no habría cabeceo entre los dos elementos).
- Preferentemente el primer elemento 1 comprende al menos una pista de lectura que sirve además como superficie de reflexión 10 especular. La pista de lectura comprende zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión especular de la luz distribuidas en la dirección de medición X y es iluminada por los medios de emisión 20. La luz que se refleja en la pista de lectura llega hasta el área de recepción 21 donde se tiene una distribución de intensidad luminosa, y dicha distribución se emplea para determinar la posición entre los elementos 1 y 2 por ejemplo (posición relativa y/o posición absoluta según sea el caso). Los medios de detección generan al menos una señal eléctrica como respuesta a dicha distribución que se emplea para determinar la posición entre ambos elementos 1 y 2, y en cualquier realización preferente de la invención dicha distribución se emplea además para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre ambos elementos 1 y 2 comparándola con la distribución de intensidad luminosa patrón. En otras realizaciones la superficie de reflexión 10 puede corresponderse con cualquier otra parte del primer elemento enfrentada a los medios de emisión 20, siempre que cumpla con el requisito de reflejar de manera especular al menos parte de la luz que recibe. De esta manera, en cualquier realización preferente se puede emplear una misma unidad de emisión de los medios de emisión 20 para iluminar la pista de lectura y la superficie de reflexión 10, y un mismo módulo fotodetector para transformar la distribución de la intensidad lumínica, tanto para determinar la posición como para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre los elementos 1 y 2, lo que permite disponer de un dispositivo 100 más compacto y más económico.
- Debido a que se comparte un mismo módulo fotodetector para dos funciones diferentes, en las realizaciones en las que la pista de lectura sirve además como superficie de reflexión 10 el área de perturbación 40 cubre parcialmente la longitud de la ventana 4 en la dirección de medición X, permitiendo el paso de la luz sin perturbación a través de la ventana 4 al menos a través de un área de transmisión 41 no perteneciente al área de perturbación 40. De esta manera la distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción 21 a partir de la luz que ilumina la pista de lectura y atraviesa la ventana 4 puede comprender un primer tramo T a partir de la luz que atraviesa el área de perturbación 40 y al menos un segundo tramo a partir de la luz que atraviesa el área de transmisión 41, empleándose el tramo T para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre los elementos 1 y 2 y empleándose al menos el segundo tramo para determinar la posición entre los elementos 1 y 2.
- Preferentemente el área de perturbación 40 está centrada en la dirección de medición X en la ventana 4 tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 4, comprendiendo dicha ventana 4 un área de transmisión 41 a cada lado del área de perturbación 40, aunque el área de perturbación 40 pudiera estar dispuesta en otra posición en la ventana 4.
- En una primera realización preferente del dispositivo 100, el primer elemento 1 comprende una primera pista de lectura que se corresponde con una pista incremental 11 que comprende zonas parciales 11a y 11b sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera periódica en la dirección de medición X, y una segunda pista de lectura que se corresponde con una pista absoluta 12 que comprende zonas parciales 12a y 12b sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera que definen un código pseudoaleatorio a lo largo de la dirección de medición X y que es paralela a la pista incremental 11 en la dirección de avance X, tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 5.
- Las zonas 11a y 11b de la pista incremental 11 están distribuidas con un periodo P11 determinado en la dirección de medición X. La luz que se refleja en la pista incremental 11 llega al área de recepción 21 donde se genera una distribución de intensidad luminosa, y los medios de detección dispuestos en el área de recepción 21 comprenden un módulo fotodetector para generar al menos una señal eléctrica periódica en respuesta a dicha distribución de intensidad luminosa, empleándose esta señal eléctrica periódica para determinar el desplazamiento relativo entre los elementos 1 y 2. El periodo de esta señal eléctrica depende del periodo P11 de distribución de las zonas 11a y 11b de la pista incremental 11. Normalmente se generan dos señales eléctricas en cuadratura, con sus correspondientes

señales negativas, y el desplazamiento relativo se determina en función de los flancos de al menos una de dichas señales eléctricas. La precisión de la medida depende del número de flancos de dichas señales eléctricas que se tienen en cuenta, y del periodo P11. La pista absoluta 12 se emplea para determinar la posición absoluta del segundo elemento 2. Los medios de emisión 20 comprenden una unidad de emisión para iluminar la pista absoluta 12 (preferentemente distinta a la unidad de emisión para iluminar la pista incremental 11), y los medios de detección comprenden un módulo fotodetector para tratar la distribución de intensidad luminosa que recibe reflejada de la pista absoluta 12 (distinto al módulo fotodetector para tratar la luz que se refleja en la pista incremental 11). Los medios de control 3 están adaptados para determinar la posición relativa y absoluta entre los elementos 1 y 2 en función de la distribución de intensidad luminosa que se genera en el área de recepción 21 tras reflejarse en la pista incremental 11 y en la pista absoluta 12 respectivamente.

En la primera realización preferente la pista absoluta 12 sirve además como superficie de reflexión 10 especular para la determinación del ángulo de cabeceo  $\alpha$ .

En una segunda realización preferente del dispositivo 100, mostrada en las figuras 6 a 8, el primer elemento 1 es análogo al de la primera realización preferente pero comprende además una tercera pista de lectura. La tercera pista de lectura se corresponde con una pista absoluta adicional 13 paralela en la dirección de medición X a la pista absoluta 12 y a la pista incremental 11 y que comprende zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera que definen un código pseudoaleatorio a lo largo de la dirección de medición X, estando la pista incremental 11 dispuesta entre ambas pistas absolutas 12 y 13, tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 6. En la segunda realización preferente una de las pistas absolutas 12 o 13 sirve además como superficie de reflexión 10.

En la segunda realización preferente los medios de control 3 están adaptados además para comparar entre sí las dos distribuciones de intensidad luminosa que se generan en el área de recepción 21 a partir de la luz que ilumina la pista absoluta 12 y la pista absoluta adicional 13 respectivamente, y para determinar el ángulo de orientación  $\beta$  entre el primer elemento 1 y el segundo elemento 2 en función del resultado de dicha comparación. El ángulo de orientación  $\beta$  refleja la magnitud de la rotación R2 representada en la figura 1, y en las figuras 7 y 8 se muestran dos montajes en planta del dispositivo 100 para mostrar esta rotación R2: en el montaje representado en la figura 7 no existe rotación R2 entre los elementos 1 y 2 (el ángulo de orientación  $\beta$  es igual a cero), mientras que en el montaje representado en la figura 8 sí que existe rotación R2 entre ambos elementos 1 y 2 (el ángulo de orientación  $\beta$  es diferente a cero).

En otras realizaciones del dispositivo 100 de la invención no representadas en las figuras, el primer elemento 1 comprende una pista de lectura y una superficie de reflexión 10 especular que no coincide con la pista de lectura. La pista de lectura puede corresponderse con una pista incremental o con una pista absoluta como las descritas anteriormente, o puede haber más de una pista de lectura.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método de determinación de al menos un ángulo de rotación para un dispositivo optoelectrónico que se emplea para medir desplazamientos lineales entre dos elementos 1 y 2 que se desplazan linealmente entre sí. El método está adaptado para implementarse en un dispositivo 100 optoelectrónico para medir desplazamientos lineales que comprende un primer elemento 1, un segundo elemento 2 desplazable linealmente con relación al primer elemento 1 en una dirección de medición X y unos medios de control 3 para determinar el desplazamiento relativo entre ambos elementos 1 y 2, y al menos un ángulo de rotación.

El segundo elemento 2 comprende unos medios de emisión 20 que iluminan una superficie de reflexión 10 especular del primer elemento 1 y un área de recepción 21 para recibir al menos parte de la luz que se refleja en la superficie de reflexión 10. El dispositivo 100 comprende además una ventana 4 que está dispuesta en el recorrido de la luz desde los medios de emisión 20 hasta el área de recepción 21. La ventana 4 comprende un área de perturbación 40 con zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz distribuidas en la dirección de medición X (zonas 40a que impiden la transmisión de la luz y zonas 40b que permiten la transmisión de la luz), tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 4. De esta manera, la luz que se emite para iluminar la superficie de reflexión 10 llega hasta el área de recepción 21 habiendo sido previamente perturbada por el área de perturbación 40 de la ventana 4, y en el área de recepción 21 se genera como consecuencia una distribución de intensidad luminosa reflejo del área de perturbación 40. Los medios de control 3 emplean dicha distribución de intensidad luminosa para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre los elementos 1 y 2. Las zonas 40a y 40b pueden estar distribuidas periódicamente en la dirección de medición X con un periodo P40 determinado, aunque no es un requisito indispensable.

El método, en cualquiera de sus realizaciones, está adaptado para determinar el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre ambos elementos 1 y 2 representado a modo de ejemplo en la figura 3. Tal y como se ha comentado anteriormente, el ángulo de cabeceo  $\alpha$  indica la magnitud de un cabeceo (ángulo de rotación asociado a la rotación R1 mostrada en la figura 1) entre los elementos 1 y 2, de tal manera que a la hora de calcular la posición entre ambos elementos 1 y 2 en la dirección de medición X se puede tener en cuenta dicho ángulo de cabeceo  $\alpha$  para corregir dicha posición adecuadamente (la cota de dicha posición).

5 El método 100 se puede implementar en un dispositivo 100 como el del primer aspecto de la invención en cualquiera de sus realizaciones y configuraciones, y puede comprender diferentes realizaciones según la realización del dispositivo 100 donde se vaya a implementar, por lo que en algunas realizaciones el método puede estar adaptado, además, para determinar la distancia de trabajo Z entre el área de recepción 21 del segundo elemento 2 y la superficie de reflexión 10 (o la desviación de la distancia de trabajo Z con respecto a la distancia de trabajo nominal explicada previamente), y/o para determinar el ángulo de orientación  $\beta$  entre ambos elementos 1 y 2 del dispositivo.

10 En el método, en cualquiera de sus realizaciones, se ilumina la superficie de reflexión 10 del primer elemento 1, se provoca el paso de la luz empleada para iluminar la superficie de reflexión 10 a través de la ventana 4 con el área de perturbación 40, se compara la distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción 21 a partir de dicha luz con la distribución de intensidad luminosa patrón, y se determina el ángulo de cabeceo  $\alpha$  entre ambos elementos 1 y 2 en función del resultado de dicha comparación. Preferentemente, los medios de control 3 determinan el desplazamiento S en la dirección de medición X de la distribución de intensidad luminosa con respecto a la distribución de intensidad luminosa patrón al comparar ambas distribuciones entre sí, y determinan el ángulo de cabeceo  $\alpha$  en función del valor del desplazamiento aplicando, por ejemplo, la siguiente ecuación:

$$S = Z \cdot \text{tg}(2\alpha). \quad [1]$$

En donde:

- 20
- S: desplazamiento entre ambas distribuciones de intensidad luminosa detectado por los medios de control 3.
  - Z: distancia de trabajo entre la superficie de reflexión 10 y el área de recepción 21.
  - $\alpha$ : ángulo de cabeceo.

25 A partir de las figuras 9a y 9b se muestra esquemáticamente y a modo de ejemplo el origen de la ecuación [1]. En dichas figuras se muestran simultáneamente una situación de no cabeceo (trazos discontinuos) y una situación de cabeceo (trazos continuos), siendo la figura 9b una representación gráfica del recorrido de la luz en los dispositivos superpuestos de la figura 9a en un modo que facilita la comprensión del fenómeno.

30 Para determinar el desplazamiento S en la dirección de medición X de la distribución de intensidad luminosa con respecto a la distribución de intensidad luminosa patrón se pueden tener en cuenta posiciones concretas en dichas distribuciones como por ejemplo un borde 8b y 8b' respectivos de los tramos T y T' de dichas distribuciones de intensidad luminosa.

35 En una realización, el método está adaptado para implementarse en dispositivos 100 con ventanas 4 que comprenden un área de perturbación 40 con zonas parciales 40a y 40b distribuidas con un periodo P40 determinado en la dirección de medición X. El tramo T en la dirección de medición X de la distribución de intensidad luminosa generada a partir de la luz que atraviesa el área de perturbación 40 de la ventana 4 comprende un comportamiento periódico con un periodo  $P_T$  determinado que depende de dicho periodo P40 tal y como se ha comentado anteriormente. Para este caso la distribución de intensidad luminosa patrón determinada comprende un tramo T' en la dirección de medición X de igual longitud que el tramo T de la distribución de intensidad luminosa generada (si la distancia de trabajo Z es igual que la distancia de trabajo nominal tal y como se comenta más adelante) y con un periodo  $P_P$  predeterminado. En el método se compara la fase de ambas distribuciones y se determina el ángulo de cabeceo  $\alpha$  en función del desfase  $\theta$  detectado. A partir de la distribución de intensidad luminosa generada se genera por su parte una señal eléctrica S1 que para este caso comprende un tramo T con un comportamiento periódico con periodo  $P_T$  tal y como se muestra a modo de ejemplo en la figura 10, y la distribución de intensidad luminosa puede representarse así mismo con otra señal eléctrica S2, que para este caso comprende un tramo T' con un comportamiento periódico con periodo  $P_P$ . Con referencia a la figura 10, las señales eléctricas S1 y S2 están desfasadas entre sí, y el valor del desfase  $\theta$  es indicativo del cabeceo entre los elementos 1 y 2, y por tanto del ángulo de cabeceo  $\alpha$ . El periodo P40 se selecciona para que el periodo  $P_T$  no coincida con el periodo de cualquier otro tramo de una misma distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción 21 que tenga un comportamiento periódico (por ejemplo con el periodo de la distribución de intensidad luminosa generada a partir de la reflexión en la pista incremental 11 cuando dicha pista incremental sirve como superficie de reflexión 10).

55 El instalador puede determinar la distancia de trabajo Z al instalar el dispositivo 100 (la distancia de trabajo es la distancia física existente entre el primer elemento 1 y el área de recepción 21), pero con el método, gracias a la ventana 4, y en particular a su área de perturbación 40, se puede determinar dicha distancia de trabajo Z (o la desviación con respecto a la distancia de trabajo nominal) de una manera más exacta (considerando que la luz que ilumina la superficie de reflexión 10 no es colimada).

60 En cualquiera de las realizaciones preferentes las zonas 40a y 40b del área de perturbación 40 se distribuyen periódicamente, con un periodo P40. La distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción 21 a partir de la luz reflejada en la superficie de reflexión 10 y que atraviesa la ventana 4 presenta así un comportamiento periódico (en particular el tramo T fruto de la luz que atraviesa el área de perturbación 40), con un periodo  $P_T$ . Los medios de control 3 están adaptados para determinar la distancia de trabajo Z en función del valor de dicho periodo  $P_T$ , y para ello pueden aplicar por ejemplo la siguiente ecuación:

$$Z = (a/2) * (1 - P_{40}/P_T)^{-1}. \quad [2]$$

En donde:

- 5 -  $P_T$ : Periodo de la distribución de intensidad lumínica generada en el área de recepción 21 en el tramo T.
- $P_{40}$ : Periodo de distribución de las zonas 40a y 40b del área de perturbación 40 de la ventana 4.
- a: Distancia entre la ventana 4 y al área de recepción 21.
- 10 - Z: Distancia de trabajo.

La detección de la distancia de trabajo Z (o su desviación con respecto a la distancia de trabajo nominal) permite ajustar, si así se requiere, la posición del segundo elemento 2 con respecto al primer elemento 1.

15 La distribución de intensidad luminosa patrón comprende también al menos un tramo T' con comportamiento periódico (con un periodo  $P_P$  determinado). Comparando ambos periodos  $P_T$  y  $P_P$  los medios de control 3 podrían también determinar la desviación de la distancia de trabajo Z con respecto a la distancia de trabajo nominal. Para ello bastaría con aplicar la ecuación [2] con respecto a la distribución de intensidad luminosa patrón para obtener la distancia de trabajo nominal, y comparar ambas distancias de trabajo determinadas por ejemplo.

20 La distancia de trabajo Z también se podría determinar teniendo en cuenta la relación entre la longitud T40 del área de perturbación 40 y la longitud del tramo T de la distribución de intensidad luminosa generada, y la relación entre la longitud T40 del área de perturbación 40 y la longitud del tramo T' de la distribución de intensidad luminosa patrón. Dividiendo la longitud T40 entre la longitud del tramo T y dividiendo la longitud T40 por el tramo T' de la distribución de intensidad luminosa patrón se obtienen dos factores, y comparándolos se puede determinar la desviación entre la

25 distancia de trabajo Z y la distancia de trabajo nominal. En este caso no sería necesario que las zonas 40a y 40b del área de perturbación 40 se distribuyesen periódicamente con el periodo P40, pudiendo aplicarse esta metodología en las realizaciones de los métodos adaptados para dispositivos 100 cuyas zonas 40a y 40b no definan un periodo P40.

30 El método, en cualquiera de sus realizaciones, puede estar además adaptado para determinar el ángulo de orientación  $\beta$  entre el primer elemento 1 y el segundo elemento 2 (para implementarse en un dispositivo 100 como el de la segunda realización preferente comentada anteriormente por ejemplo). En este caso el método está pensado para implementarse en un dispositivo 100 que comprende al menos dos pistas absolutas dispuestas en paralelo (caso de la segunda realización preferente del primer aspecto de la invención), y está adaptado para comparar las

35 dos distribuciones de intensidad luminosa que se generan en el área de recepción 21 del segundo elemento 2 del dispositivo 100 a partir del reflejo sobre las dos pistas absolutas respectivamente. Si ambas distribuciones de intensidad luminosa coinciden no hay rotación R2 entre los dos elementos 1 y 2 (el ángulo de orientación es igual a cero), mientras que si no coinciden sí existe rotación R2 entre ambos elementos 1 y 2, y el ángulo de orientación  $\beta$  depende de lo que se haya desplazado una distribución con respecto a la otra en la dirección de medición X. En

40 concreto, lo que se desplaza una distribución en un sentido se desplaza la otra distribución en el sentido opuesto, y en función de dichos desplazamientos se puede determinar el ángulo de orientación  $\beta$ .

45 Debido a la existencia de dos pistas absolutas 12 y 13, con los medios de control 3 se pueden obtener dos cotas de posición absoluta en la dirección de medición X. Si ambas cotas de posición absoluta son iguales el ángulo de orientación  $\beta$  es igual a cero y no existe rotación R2 entre los elementos 1 y 2. Si ambas cotas de posición absoluta son diferentes, el ángulo de orientación  $\beta$  se puede determinar aplicando la siguiente ecuación por ejemplo:

$$C = D * \text{tg}(\beta). \quad [3]$$

50 En donde:

- C: diferencia entre las cotas de posición absoluta asociadas a las dos pistas absolutas 12 y 13.
- D: distancia entre ambas pistas absolutas 12 y 13 (preferentemente distancia entre los centros de ambas pistas absolutas, tal y como se muestra en la figura 6).
- 55 -  $\beta$ : ángulo de orientación.

Se ha de entender que el dispositivo de la invención puede incorporar cualquiera de las características descritas en relación con el método, e igualmente el método de la invención puede incorporar cualquiera de las características descritas en relación con el dispositivo.



## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo optoelectrónico para medir desplazamientos lineales, que comprende un primer elemento (1), un segundo elemento (2) desplazable linealmente con respecto al primer elemento (1) en una dirección de medición (X), y unos medios de control (3) para determinar la posición relativa entre ambos elementos (1, 2), comprendiendo el segundo elemento (2) unos medios de emisión (20) para iluminar una superficie de reflexión (10) especular del primer elemento (1) y un área de recepción (21) para recibir al menos parte de la luz que se refleja en la superficie de reflexión (10), **caracterizado porque** el dispositivo (100) comprende además una ventana (4) que está dispuesta en el recorrido de la luz entre los medios de emisión (20) y el área de recepción (21), y que comprende un área de perturbación (40) con zonas parciales (40a, 40b) sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz, estando los medios de control (3) adaptados para comparar una distribución de intensidad luminosa generada en el área de recepción (21) a partir de la luz emitida para iluminar la superficie de reflexión (10) del primer elemento (1) y que atraviesa la ventana (4) con una distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada, y para determinar el ángulo de cabeceo ( $\alpha$ ) entre ambos elementos (1, 2) en función del resultado de dicha comparación.
- 20 2. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer elemento (1) comprende al menos una pista de lectura que comprende zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión especular de la luz distribuidas en la dirección de medición (X), cumpliendo además la pista de lectura la función de la superficie de reflexión (10) especular.
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 2, en donde el área de perturbación (40) de la ventana (4) cubre parte de la longitud de la ventana (4), permitiendo las áreas de la ventana (4) no pertenecientes al área de perturbación (40) el paso de luz a su través.
- 30 4. Dispositivo según la reivindicación 3, en donde el área de perturbación (40) está centrada en la dirección de medición (X) en la ventana (4), comprendiendo dicha ventana (4) una área de transmisión (41) a cada lado del área de perturbación (40).
- 35 5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el primer elemento (1) comprende una primera pista de lectura que se corresponde con una pista incremental (11) que comprende zonas parciales (11a, 11b) sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera periódica en la dirección de medición (X), y una segunda pista de lectura que se corresponde con una pista absoluta (12) que comprende zonas parciales (12a, 12b) sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera que definen un código pseudoaleatorio a lo largo de la dirección de medición (X) y que es paralela a la pista incremental (11) en la dirección de avance (X), cumpliendo además la pista absoluta (12) la función de la superficie de reflexión (10) especular.
- 40 6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el primer elemento (1) comprende una primera pista de lectura que se corresponde con una pista incremental (11) que comprende zonas parciales (11a, 11b) sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera periódica en la dirección de medición (X), una segunda pista de lectura que se corresponde con una pista absoluta (12) que comprende zonas parciales (12a, 12b) sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera que definen un código pseudoaleatorio a lo largo de la dirección de medición (X) y que es paralela a la pista incremental (11) en la dirección de avance (X), y una tercera pista de lectura que se corresponde con una pista absoluta adicional (13) paralela en la dirección de avance a la pista absoluta (12) y a la pista incremental (11) y que comprende zonas parciales sucesivas de diferente capacidad de reflexión de la luz distribuidas de manera que definen un código pseudoaleatorio a lo largo de la dirección de medición (X), estando la pista incremental (11) dispuesta entre ambas pistas absolutas (12, 13) y cumpliendo además, una de dichas pistas absolutas (12, 13), la función de la superficie de reflexión (10) especular.
- 50 7. Dispositivo según la reivindicación 6, en donde los medios de control (3) están adaptados para comparar entre sí las dos distribuciones de intensidad luminosa que se generan en el área de recepción (21) tras reflejarse en la pista absoluta (12) y en la pista absoluta adicional (13) respectivamente, y para determinar el ángulo de orientación ( $\beta$ ) entre el primer elemento (1) y el segundo elemento (2) en función del resultado de dicha comparación.
- 55 8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las zonas parciales (40a, 40b) sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz del área de perturbación (40) están distribuidas con un periodo (P40) determinado en la dirección de medición (X).
- 60 9. Método de determinación de al menos un ángulo de rotación para un dispositivo optoelectrónico para medir desplazamientos lineales, comprendiendo el dispositivo (100) un primer elemento (1), un segundo elemento (2) desplazable linealmente con respecto al primer elemento (1) en una dirección de medición (X) y unos medios de control (3) para determinar la posición relativa entre ambos elementos (1, 2), **caracterizado porque** en el método se ilumina una superficie de reflexión (10) del primer elemento (1) desde unos medios de emisión (20)
- 65

- del segundo elemento (2), recibíendose al menos parte de la luz reflejada en un área de recepción (21) de dicho segundo elemento (2), se provoca el paso de la luz empleada para iluminar la superficie de reflexión (10) a través de una ventana (4) que está dispuesta en el recorrido de la luz entre los medios de emisión (20) y el área de recepción (21), y que comprende un área de perturbación (40) con zonas parciales (40a, 40b) sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz, se compara una distribución de intensidad luminosa resultante generada en el área de recepción (21) a partir de la luz que ilumina la superficie de reflexión (10) y que atraviesa la ventana (4) con una distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada, y se determina el ángulo de cabeceo ( $\alpha$ ) entre ambos elementos (1, 2) en función del resultado de dicha comparación.
- 5
- 10 10. Método según la reivindicación 9, en donde al compararse ambas distribuciones de intensidad luminosa entre sí se comprueba el desplazamiento (S) en la dirección de medición (X) de la distribución de intensidad luminosa generada con respecto a la distribución de intensidad luminosa patrón predeterminada, estando el valor de dicho desplazamiento (S) relacionado con el ángulo de cabeceo ( $\alpha$ ).
- 15 11. Método según la reivindicación 10, en donde el desplazamiento (S) y el ángulo de cabeceo ( $\alpha$ ) se relacionan según la ecuación  $S = Z \cdot \text{tg} (2\alpha)$ , en donde S es el desplazamiento entre ambas distribuciones de intensidad luminosa detectado por los medios de control 3, Z es la distancia de trabajo entre la superficie de reflexión 10 y el área de recepción 21, y  $\alpha$  es el ángulo de cabeceo.
- 20 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde las zonas parciales (40a, 40b) del área de perturbación (40) de la ventana (4) están distribuidas con un periodo (P<sub>40</sub>) determinado, comprendiendo el tramo (T) en la dirección de medición (X) de la distribución de intensidad luminosa generada a partir de la luz que atraviesa el área de perturbación (40) de la ventana (4) un comportamiento periódico con un periodo (P<sub>T</sub>) determinado que depende del periodo (P<sub>40</sub>) de las zonas parciales (40a, 40b) del área de perturbación (40), comprendiendo la distribución de intensidad luminosa patrón determinada un tramo (T') en la dirección de medición (X) con un comportamiento periódico de un periodo (P<sub>P</sub>) predeterminado, y determinándose el ángulo de cabeceo ( $\alpha$ ) en función del desfase (9) detectado entre los tramos (T, T') de comportamiento periódico de las dos distribuciones de intensidad luminosa comparadas.
- 25
- 30 13. Método según la reivindicación 12, en donde se determina la desviación entre una distancia de trabajo (Z) entre el área de recepción (21) del segundo elemento (2) y el primer elemento (1) del dispositivo (100) y una distancia de trabajo nominal entre el área de recepción (21) del segundo elemento (2) y dicho primer elemento (1) del dispositivo (100) en función de la longitud de un tramo (T) de la distribución de intensidad lumínica patrón, de la longitud de un tramo (T) de la distribución de intensidad lumínica generada, y de la longitud (T<sub>40</sub>) del área de perturbación (40) de la ventana (4).
- 35
14. Método según la reivindicación 12, en donde se determina la desviación entre una distancia de trabajo (Z) entre el área de recepción (21) del segundo elemento (2) y el primer elemento (1) del dispositivo (100) y una distancia de trabajo nominal entre el área de recepción (21) del segundo elemento (2) y dicho primer elemento (1) del dispositivo (100) en función del periodo (P<sub>T</sub>) del comportamiento periódico de la distribución de intensidad luminoso en el tramo (T) debido al área de perturbación (40).
- 40
15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en donde el primer elemento (1) del dispositivo (100) comprende además una primera pista absoluta (12) que comprende zonas parciales (12a, 12b) sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz distribuidas en la dirección de medición (X), una segunda pista absoluta adicional (13) paralela a la pista absoluta (12) en la dirección de avance (X) y que comprende zonas parciales (12a, 12b) sucesivas de diferente capacidad de transmisión de la luz distribuidas en la dirección de medición (X), y una pista incremental (11) paralela a la pista absoluta (12) en la dirección de avance (X) y dispuesta entre ambas pistas absolutas (12, 13), comparándose además las distribuciones de intensidad luminosa generadas a partir de la reflexión de la luz en ambas pistas absolutas (12, 13) para determinar el ángulo de orientación ( $\beta$ ) entre el primer elemento (1) y el segundo elemento (2).
- 45
- 50

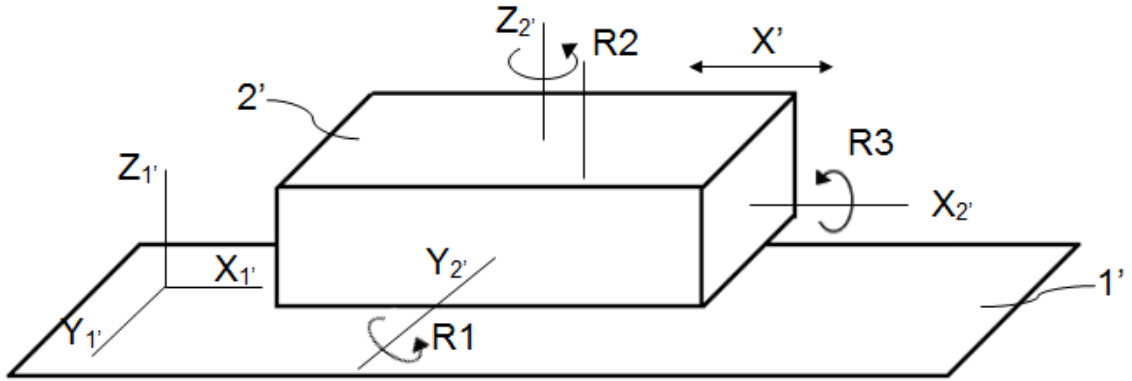


Fig. 1

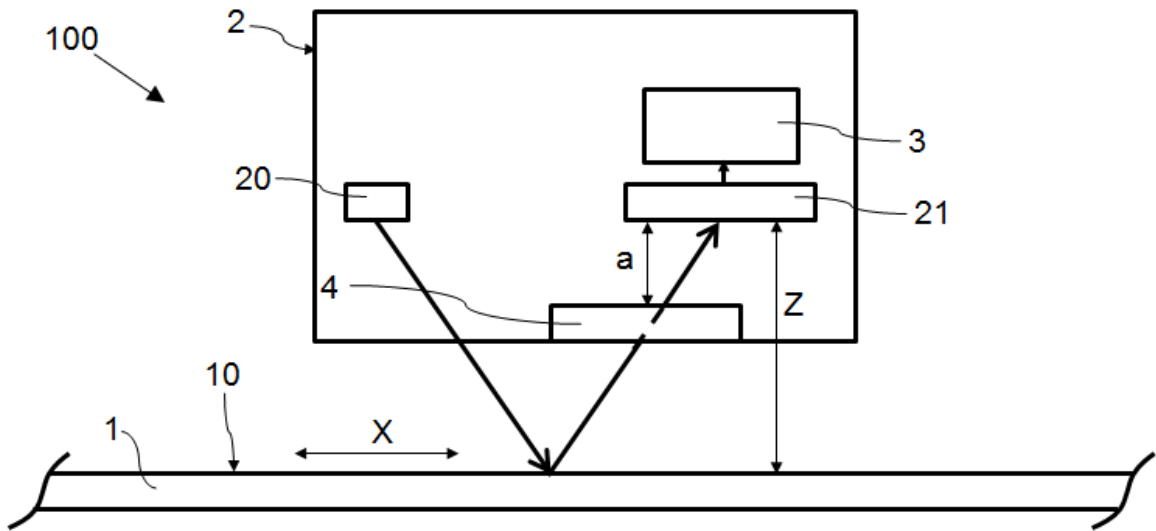


Fig. 2

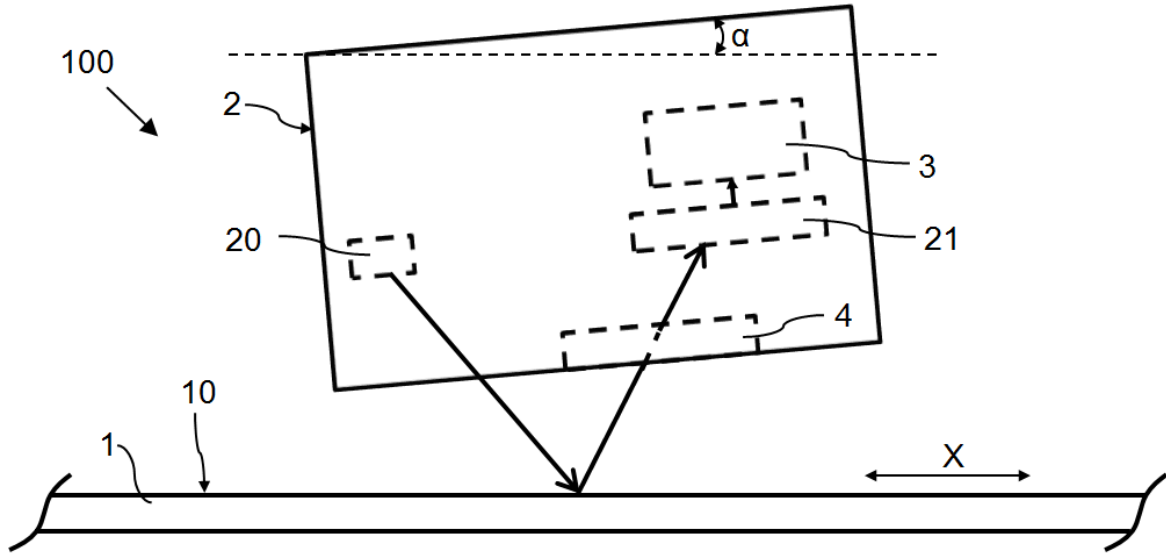


Fig. 3

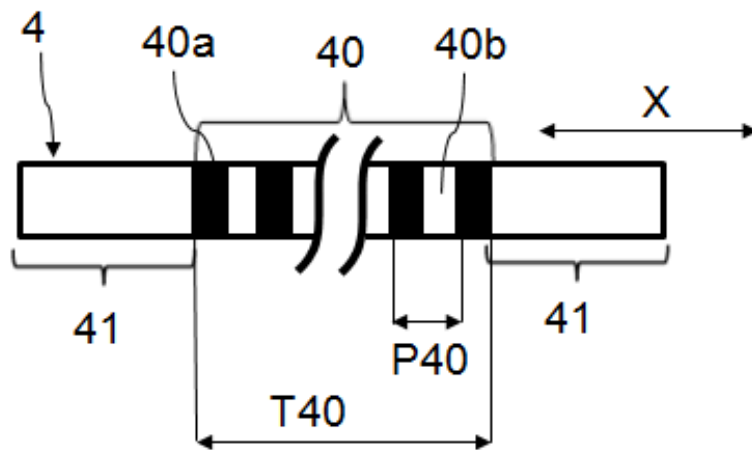


Fig. 4

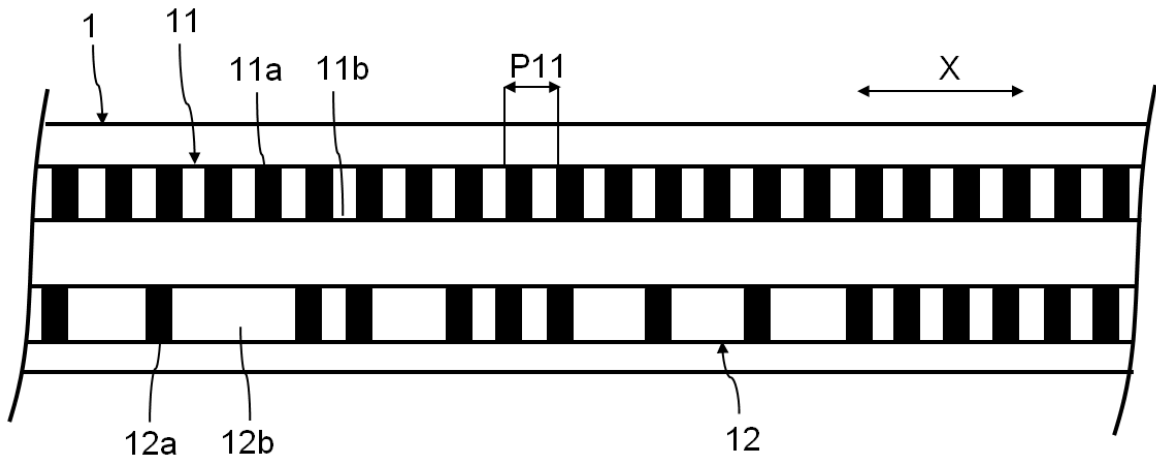


Fig. 5

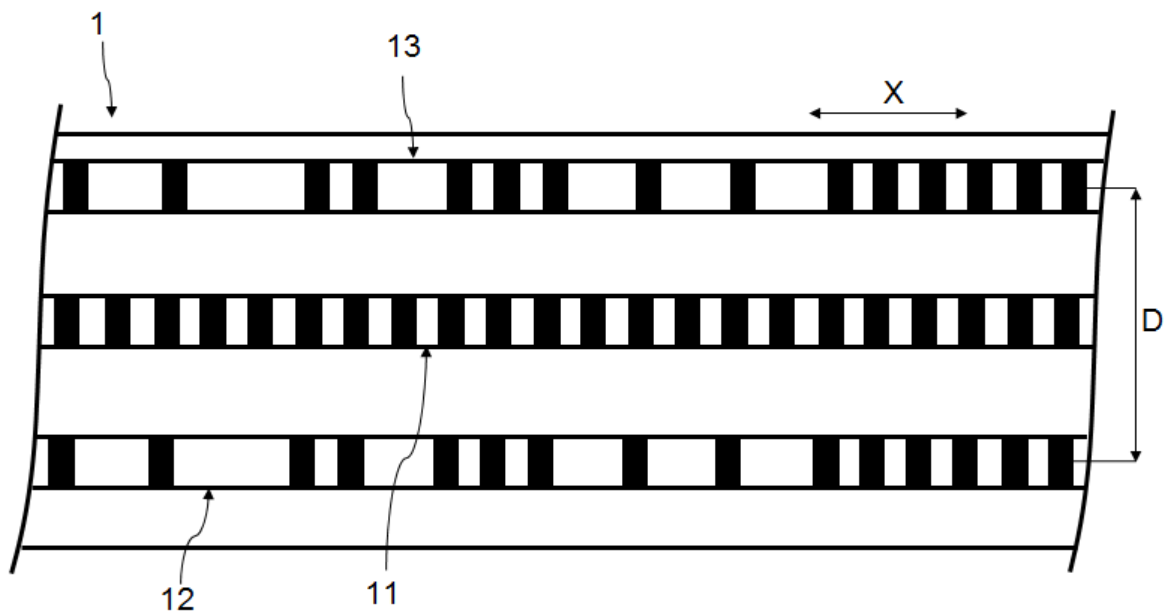


Fig. 6

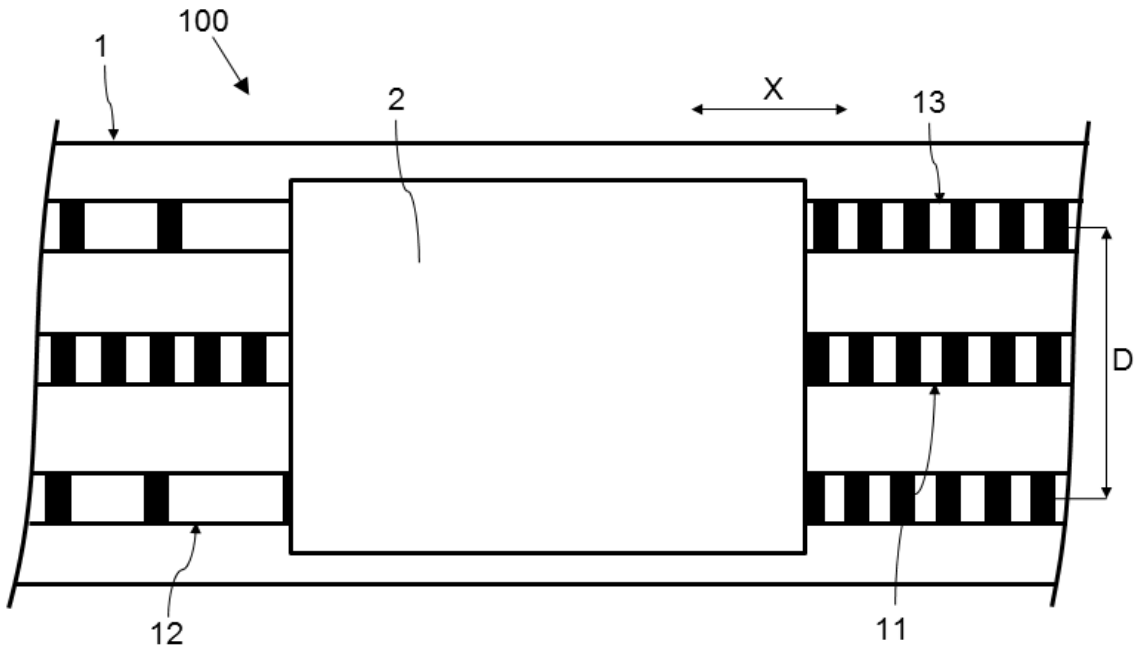


Fig. 7

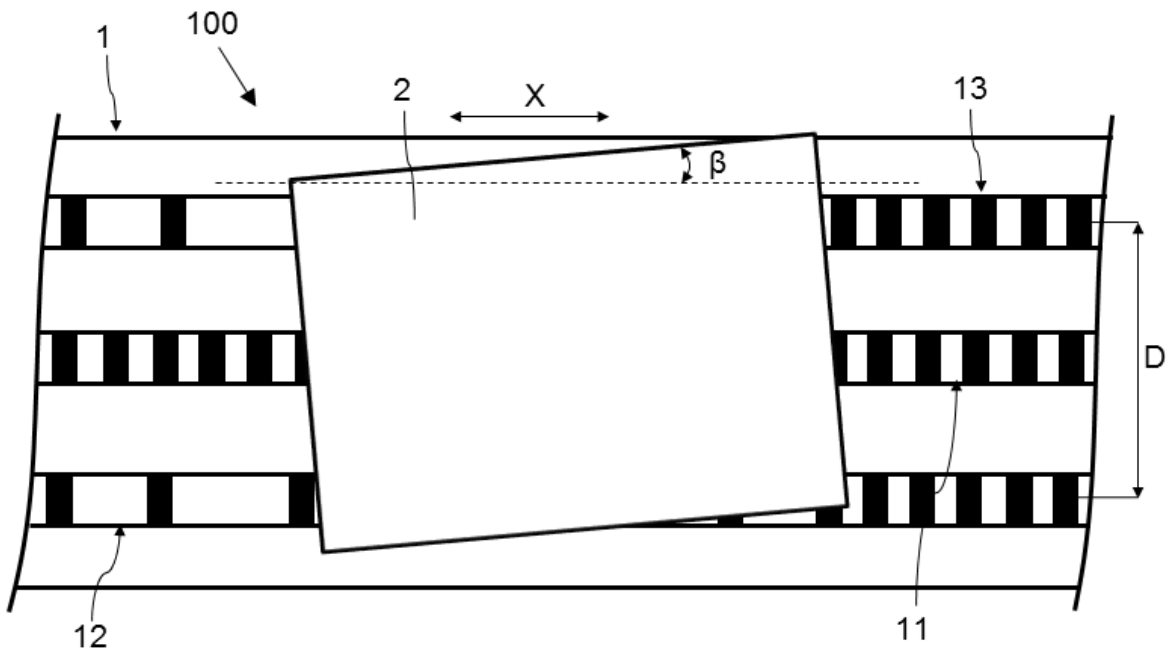


Fig. 8

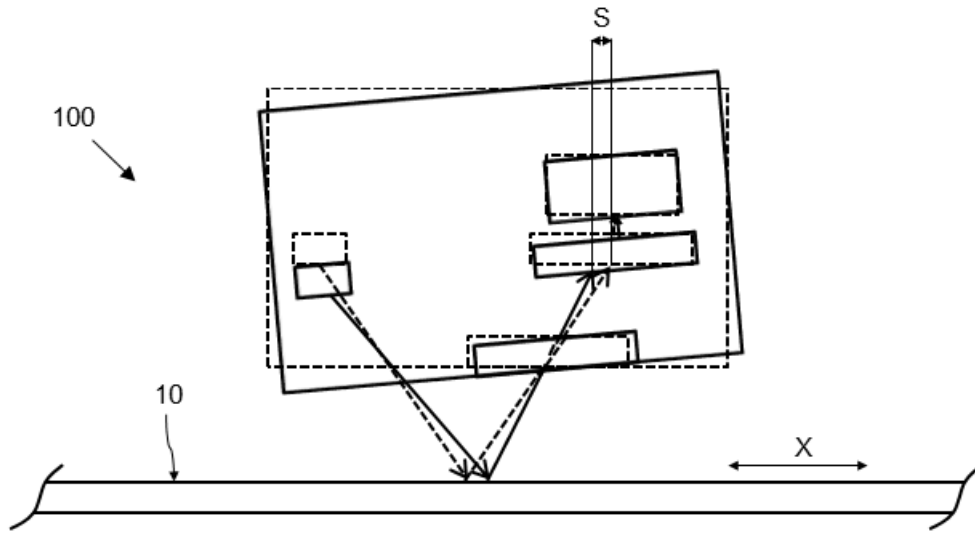


Fig. 9a

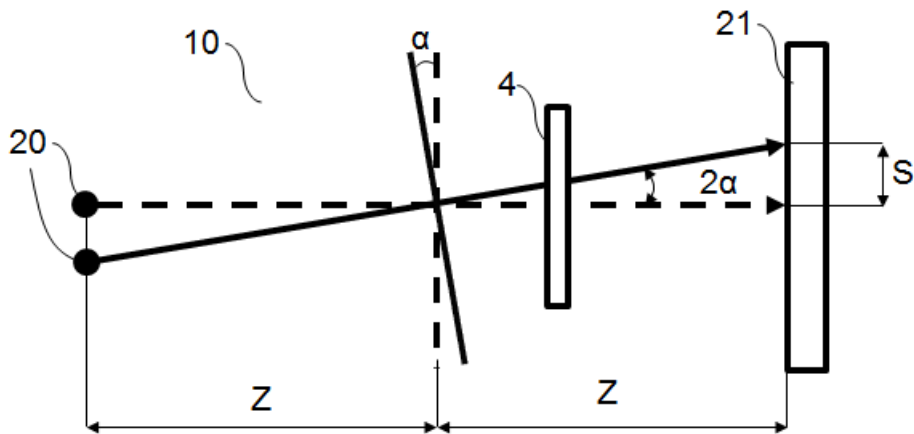


Fig. 9b

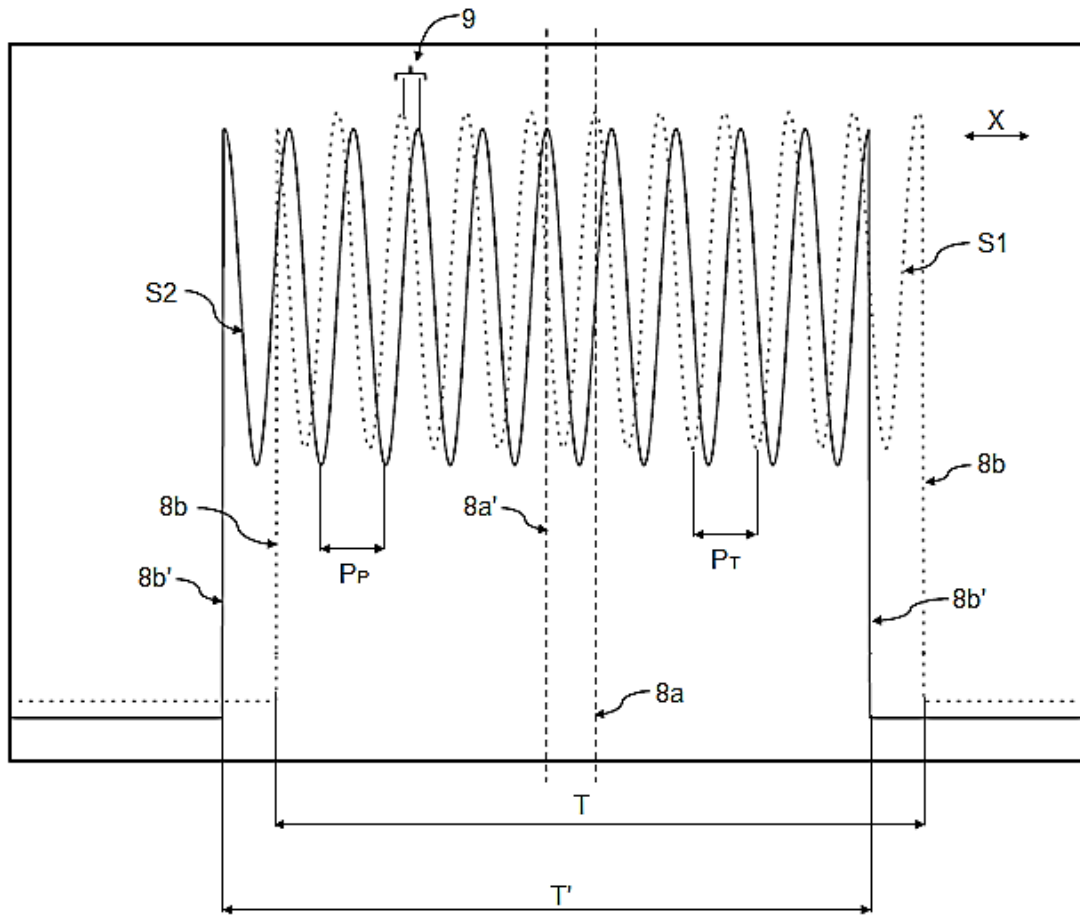


Fig. 10



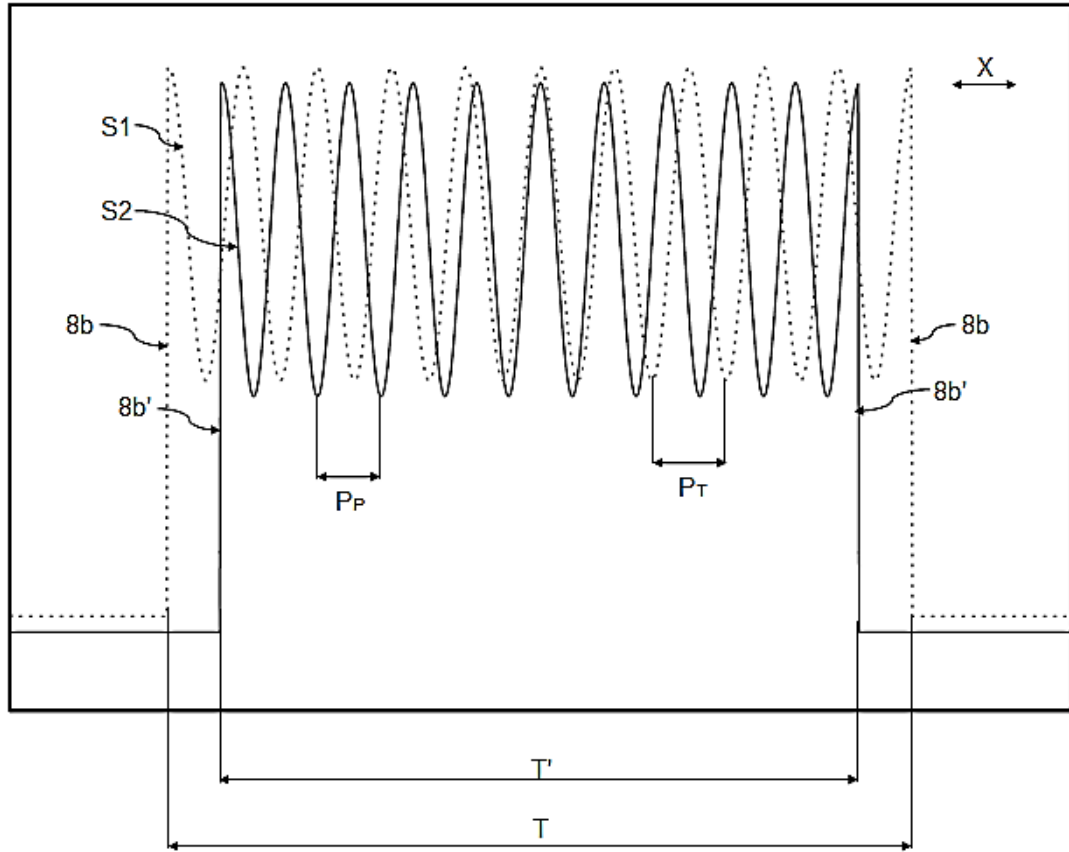


Fig. 11