

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 060**

51 Int. Cl.:

G01D 5/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2008 E 08171105 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014 EP 2085752**

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

30 Prioridad:

02.02.2008 DE 102008007319

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

03.12.2014

73 Titular/es:

**DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH (100.0%)
DR. JOHANNES-HEIDENHAIN-STRASSE 5
83301 TRAUNREUT, DE**

72 Inventor/es:

**HERMANN, MICHAEL y
SÄNDIG, KARSTEN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 524 060 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 óptico de medición de la posición

La presente invención se refiere a un dispositivo óptico de medición de la posición, que es adecuado para la determinación de la posición relativa de dos objetos móviles entre sí.

5 En dispositivos ópticos de medición de la posición conocidos, a través de la interacción de un haz de rayos emitido por una fuente de luz con una estructura de medida y, dado el caso, otras rejillas en la trayectoria de los rayos de exploración se generan patrones periódicos de franjas. En el caso del movimiento relativo de determinados componentes del dispositivo de medición de la posición, normalmente de la estructura de medida y de una unidad de exploración, resulta una modulación de la intensidad del patrón de franjas, que puede ser evaluada para la
10 generación de señales incrementales en función del desplazamiento. Una evaluación de este tipo se puede realizar, por ejemplo, a través de los llamados fotodetectores estructurados, que están constituidos por una disposición periódica de fotodiodos. La periodicidad de la disposición de detectores se ajusta de acuerdo con la pluralidad de señales incrementales desfasadas a la periodicidad del patrón de franjas. En el caso de dispositivos ópticos de medición de la posición de alta resolución resultan patrones de franjas cada vez más finos, es decir, que la periodicidad de los mismos se reduce de manera correspondiente; del mismo modo se reduce entonces la anchura necesaria de los fotodiodos en un fotodetector estructurado utilizado para la exploración de tales patrones de franjas. En virtud de las limitaciones condicionadas por la fabricación, la anchura de los fotodiodos en una disposición de este tipo no puede ser inferior a una anchura mínima determinada. A partir de un periodo de patrones de franjas de aproximadamente 40 μm no están disponibles ya fotodetectores estructurados adecuados.

20 Por lo tanto, ya se conocen soluciones, en las que en el plano de exploración, en el que resulta el patrón periódico de franjas, se dispone una rejilla de exploración, que está constituida por varias secciones diferentes de rejilla. Cada sección de rejilla posee una acción de desviación espacial determinada sobre el haz de rayos que se propaga a través de esta sección de rejilla. En este caso, se diferencian las acciones de desviación de diferentes secciones de rejilla. A las diferentes secciones de rejilla están asociados entonces en la dirección espacial de desviación respectiva en un plano de detección unos elementos detectores, a través de los cuales se pueden detectar las
25 señales incrementales en función del desplazamiento. En conexión con tales soluciones se remite al documento EP 724 713 B1. En la variante conocida a partir del documento EP 724 713 B1 es un inconveniente la elevada sensibilidad frente a contaminaciones de la estructura de medida, en particular frente a contaminaciones en forma de líneas, que se extienden en la dirección de medición así como frente a inhomogeneidades de la estructura de medida, por ejemplo arañazos.

El cometido de la presente invención es indicar un dispositivo óptico de medición de la posición, que posibilita una detección fiable de patrones de franjas finos en un plano de exploración con un alto rendimiento y una insensibilidad lo más grande posible frente a contaminaciones de la estructura de medida.

35 Este cometido se soluciona por medio de un dispositivo de medición de la posición con las características de la reivindicación 1.

Las formas de realización ventajosas del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención se deducen a partir de las medidas en las reivindicaciones dependientes.

40 De acuerdo con la invención, ahora está prevista, por una parte, una configuración especial de la rejilla de exploración en la trayectoria de los rayos de exploración del dispositivo de medición de la posición. Así, por ejemplo, la rejilla de exploración para la generación de todas las señales incrementales está constituida por varios bloques dispuestos periódicamente con la periodicidad de la rejilla de exploración $TPAG = TP$ en la dirección de medición. Cada bloque comprende n secciones de rejilla dispuestas exclusivamente en la dirección de medición de la anchura $b_x = TPAG/n$. Cada sección de rejilla presenta una estructura de rejilla periódica, que provoca una desviación de los haces de rayos que se propagan a través de esta sección de rejilla en varias direcciones espaciales. Las direcciones
45 espaciales resultantes de las secciones de rejilla se diferencian en un bloque.

Por otra parte, está previsto disponer en un plano de detección unos elementos detectores en las diferentes direcciones espaciales. El plano de detección se encuentra en una zona, en la que los haces de rayos que proceden desde la rejilla de exploración están totalmente separados en el espacio.

50 En este caso se ha revelado como especialmente ventajoso que en virtud de la disposición de las secciones de rejilla exclusivamente en la dirección de medición resulta una incidencia de la contaminación más reducida frente al sistema conocido a partir del estado de la técnica. Además, las señales incrementales generadas poseen un grado de modulación más elevado en virtud de la anchura prevista de las secciones de rejilla. Además, hay que indicar que en virtud de la utilización de haces de rayos desviados, respectivamente, en varias direcciones espaciales, se garantiza una alta eficiencia en la generación de las señales.

55 En virtud de las medidas de acuerdo con la invención ahora se pueden explorar también patrones de franjas muy

finos en un plano de exploración de dispositivos ópticos de medición de la posición de manera fiable con un rendimiento alto.

5 En una forma de realización posible, el dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la invención para la generación de $n > 1$ señales incrementales desfasadas, en función del desplazamiento con respecto a dos
 10 objetos móviles entre sí en una dirección de medición, está constituido por una estructura de medición y una unidad de exploración con una rejilla de exploración dispuesta en un plano de exploración así como por varios elementos detectores dispuestos a continuación de la rejilla de exploración, de manera que a través de la interacción de los haces de rayos emitidos por una fuente de luz con la estructura de medición y otras rejillas ópticas en la trayectoria de los rayos de exploración en el plano de exploración resulta un patrón de franjas con la periodicidad del patrón de franjas TP_S . La rejilla de exploración para la generación de todas las señales incrementales está constituida por
 15 varios bloques dispuestos periódicamente con la periodicidad de la rejilla de exploración $TP_{AG} = TP_S$ en la dirección de medición, en la que cada bloque comprende n secciones de rejilla dispuestas exclusivamente en la dirección de medición de la anchura $b_x = TP_{AG}/n$ y cada sección de rejilla presenta una estructura de rejilla periódica, que provoca una desviación de los haces de rayos que se propagan a través de esta sección de rejilla en varias direcciones espaciales, en la que las direcciones espaciales resultantes de las secciones de rejilla se diferencian en un bloque. En un plano de detección están dispuestos unos elementos detectores en las diferentes direcciones espaciales, en la que el plano de detección está en una zona, en la que los haces de rayos que proceden desde la rejilla de exploración están totalmente separados en el espacio.

20 Con preferencia, porque las estructuras de rejilla están constituidas por componentes estructurales dispuestos periódicamente con la periodicidad de la sección de rejilla TP_G con propiedades ópticas diferentes alternas, que están dispuestos, respectivamente, dentro de una sección de rejilla bajo el mismo ángulo de giro con respecto a un eje perpendicularmente a la dirección de medición.

En este caso, para $n = 4$ secciones diferentes de rejilla en un bloque se pueden seleccionar dos o cuatro ángulos de giro diferentes para los elementos estructurales de las secciones de rejilla.

25 De esta manera, es posible que:

- en el caso de dos ángulos de giro diferentes previstos, éstos se seleccionen según $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 0^\circ$, $\alpha_3 = 90^\circ$, $\alpha_4 = 90^\circ$ o

- en el caso de cuatro ángulos de giro diferentes previstos, éstos se seleccionan según $\alpha_1 = 0^\circ$, $\alpha_2 = 30^\circ$, $\alpha_3 = 90^\circ$, $\alpha_4 = -30^\circ$.

30 De manera alternativa, para $n = 3$ secciones diferentes de rejilla en un bloque se pueden seleccionar dos o tres ángulos de giro diferentes para los elementos estructurales de las secciones de rejilla.

Entonces es posible que

- en el caso de dos ángulos de giro diferentes previstos, éstos se seleccionen según $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 90^\circ$, $\alpha_3 = 0^\circ$,

- en el caso de tres ángulos de giro diferentes previstos, éstos se seleccionen según $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 20^\circ$, $\alpha_3 = -20^\circ$.

35 Las estructuras de rejilla pueden estar configuradas como rejillas de fases, en las que diferentes elementos estructurales ejercen, respectivamente, una acción diferente de desfase sobre los haces de rayos incidentes.

De manera alternativa, las estructuras de rejilla pueden estar configuradas como rejillas de amplitudes, en las que diferentes elementos estructurales poseen, respectivamente, una permeabilidad diferente de desfase sobre los haces de rayos incidentes sobre ellos.

40 Es posible que se seleccione $n = 4$ o $n = 3$.

Con preferencia, los elementos detectores están configurados de forma rectangular y poseen en la dirección de medición una longitud mayor que en la dirección perpendicular a ella.

Las diferentes secciones de rejilla pueden presentar la misma periodicidad de la sección de rejilla.

45 En este caso, puede ser posible que los centros de gravedad geométricos de los elementos detectores estén dispuestos en el plano de detección sobre un círculo con el radio R .

No obstante, también es posible que diferentes secciones de rejilla presenten dos periodicidades diferentes de la sección de rejilla.

En este caso, los centros de gravedad geométricos de los elementos detectores pueden estar dispuestos sobre dos

círculos con radios diferentes.

En una forma de realización posible del dispositivo óptico de medición de la posición, la unidad de exploración está configurada de tal forma que los haces de luz emitidos por una fuente de luz

5 - inciden una primera vez sobre la estructura de medición, donde tiene lugar una disociación en dos haces parciales de rayos reflejados de retorno hacia la unidad de exploración, que corresponden a dos disposiciones de difracción diferentes,

- los dos haces parciales de rayos reflejados de retorno en la unidad de exploración experimentan a través de un elemento retro reflector una reflexión en la dirección de la estructura de medición, de manera que los haces parciales de rayos atraviesan, respectivamente, dos veces la rejilla,

10 - los haces parciales de rayos que inciden una segunda vez sobre la estructura de medición experimentan una nueva difracción y reflexión en la dirección de la unidad de exploración,

- en la unidad de exploración al menos una pareja de haces parciales de rayos reflejados incide bajo ángulos simétricos al eje óptico en el mismo lugar sobre la rejilla de exploración.

15 Entre la rejilla de exploración y los elementos detectores dispuestos a continuación está dispuesta una óptica de enfoque, a través de la cual se realiza un enfoque de los haces parciales de rayos desviados en las diferentes direcciones espaciales sobre los elementos detectores.

Otras ventajas así como detalles del dispositivo óptico de medición de la posición se deducen a partir de la siguiente descripción de un ejemplo de realización con la ayuda de las figuras adjuntas. En este caso:

20 La figura 1a muestra una primera parte de la trayectoria de los rayos de exploración de un primer ejemplo de realización de un dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la invención.

La figura 1b muestra una segunda parte de la trayectoria de los rayos de exploración del primer ejemplo de realización de un dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la invención.

La figura 1c muestra una vista parcial de la rejilla de exploración desde la dirección de medición de la posición según las figuras 1a, 1b.

25 La figura 1d muestra una vista parcial del plano de detección en el dispositivo óptico de medición de la posición según las figuras 1a, 1b.

La figura 2a muestra una vista parcial de una segunda forma de realización de una rejilla de exploración adecuada.

La figura 2b muestra una vista del plano de detección en el caso de la utilización de una rejilla de exploración según la figura 2a.

30 La figura 3a muestra una vista parcial de una tercera forma de realización de una rejilla de exploración adecuada.

La figura 3b muestra una vista del plano de detección en el caso de la utilización de una rejilla de exploración según la figura 3a.

La figura 4a muestra una vista parcial de una cuarta forma de realización de una rejilla de exploración adecuada.

35 La figura 4b muestra una vista del plano de detección en el caso de la utilización de una rejilla de exploración según la figura 4a.

40 Con la ayuda de las figuras 1a – 1d se explica a continuación una primera forma de realización del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención, en particular de la rejilla de exploración empelada en este caso. Las figuras 1a y 1b muestran a este respecto, respectivamente, en forma esquemática trayectorias parciales de los rayos de exploración en una vista lateral en el plano x-z. En la figura 1a se representa la trayectoria de los rayos de exploración desde la fuente de luz 11 hasta la incidencia de los haces parciales de rayos sobre los elementos reflectores 15.1, 15.2. La figura 1b muestra la trayectoria de los rayos de exploración a partir de la incidencia de los haces parciales de rayos sobre los elementos reflectores 15.1, 15.2 hasta los elementos detectores 16.1 – 16.5. Las figuras 1c y 1d muestran vistas parciales de la rejilla de exploración 17 y del plano de detección del mismo ejemplo de realización.

45 El dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención comprende en este ejemplo una estructura de medición 20, configurada como estructura de medición de reflexión, así como una unidad de exploración 10 móvil con relación a ella en al menos una dirección de medición x. Con la estructura de medición de reflexión 20 y la unidad de exploración 10 están acoplados de manera conocida los objetos, cuya posición relativa se puede determinar con la ayuda del dispositivo de medición de la posición. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de

partes de la máquina, cuya posición relativa debe detectarse con precisión. Las señales incrementales o bien datos de la posición generados por medio el dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención son procesados posteriormente por una electrónica siguiente – no representada – o unidad de evaluación, por ejemplo para el control de la máquina.

- 5 En el presente ejemplo de realización, se representa un dispositivo de medición de la posición para la detección de movimientos lineales con una estructura de medición 20 que se extiende linealmente; evidentemente también se pueden realizar dispositivos de medición de la posición rotatorios sobre la base de las consideraciones de acuerdo con la invención.

10 A continuación se escribe la trayectoria de los rayos de exploración de la primera forma de realización del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención con la ayuda de las figuras 1a y 1b.

15 El haz de rayos emitido desde la fuente de luz 11, por ejemplo de una fuente de luz láser, es colimado en el ejemplo de realización en primer lugar a través de una óptica de colimación 12, es decir, que es convertido en un haz de rayos paralelos. A continuación, el haz de rayos colimado atraviesa no desviado el sustrato de soporte 13.1 de una placa de exploración 13. El sustrato de soporte 13.1 está configurado como placa de vidrio paralela al plano. Sobre su lado superior y su lado inferior están dispuestos diferentes elementos ópticos, cuya función concreta en la trayectoria de los rayos de exploración se describe a continuación todavía en detalle.

20 El haz de rayos colimado incide después de pasar por la placa de exploración 13 una primera vez sobre la estructura de medición 20, a saber, sobre la división de medición 22 que se extiende en la dirección de medición. La división de medición 22 está constituida en el presente caso de una estructura de medición de reflexión por una disposición periódica en la dirección de medición x de elementos estructurales o bien de zonas parciales 22.1, 22.2 con diferentes propiedades ópticas de reflexión. Las zonas parciales 22.1, 22.2 en forma de trazos se extienden perpendicularmente a la dirección de medición x en la dirección y indicada (mencionada a continuación también como dirección del trazo) y están dispuestas sobre un cuerpo de soporte 21 de la estructura de medición de reflexión 20. En el ejemplo representado, la división de medición 22 está configurada como rejilla de fases por incidencia de la luz, en la que los elementos estructurales o bien las zonas parciales 22.1, 22.2 poseen una acción de desfase diferente sobre los haces de rayos que inciden sobre ellas. Además, es ventajoso un diseño de la división de medición 22 en el sentido de que se incrementa al máximo la eficiencia de refracción en las primeras ordenaciones. El periodo de división de la división de medición 22 se designa a continuación como TP_M y se define como la longitud de dos zonas parciales 22.1, 22.2 sucesivas en la dirección de medición x. En una forma de realización posible, se selecciona el periodo de división TP_M en el intervalo entre $1.1 * \lambda$ y $10 * \lambda$, de manera que λ es la longitud de onda de la fuente de luz 11 utilizada. En el caso de una fuente de luz configurada como VCSEL o LED con $\lambda = 850$ nm, el periodo de división TP_M podría ser, por lo tanto, $TP_M = 2.049 \mu\text{m}$.

35 Después de la primera incidencia sobre la estructura de medición 20 sobre un primer lugar de incidencia resulta una disociación del haz de rayos incidente en dos haces parciales de rayos reflejados de retorno a la unidad de exploración 10, que corresponden a las +/- 1. disposiciones de difracción. En la unidad de exploración 10, los haces parciales de rayos reflejados atraviesan en primer lugar las rejillas 14.1, 14.2 representadas en la figura 1a sobre el lado inferior de la placa de exploración 13. Las rejillas 14.1, 14.2 están configuradas en el presente ejemplo como rejillas de transmisión. Desde las rejillas 14.1, 14.2 se desvían los haces parciales de rayos de manera definida y llegan entonces sobre elementos reflectores planos 15.1, 15.2 sobre la superficie de la placa de exploración 13. Las dos rejillas 14.1, 14.2 atravesadas en primer lugar poseen el mismo periodo de división, que se designa a continuación como TP_{G1} . En el presente primer ejemplo de realización se selecciona el periodo de división TP_{G1} de las rejillas 14.1, 14.2 de manera diferente al periodo de división TP_M de la división de medición 22. En virtud de esta selección de los periodos de división TP_{G1} , los haces parciales de rayos no se propagan después de pasar por las rejillas 14.1, 14.2 perpendicularmente a la placa de exploración 13.

45 Como se representa en la figura 1b, en los elementos reflectores 15.1, 15.2 se lleva a cabo una reflexión de los haces parciales de rayos en la dirección de la estructura de medición 20. Antes de la segunda incidencia sobre la estructura de medición 20 en segundos lugares de incidencia, que se diferencian del primer lugar de incidencia, los haces parciales de rayos atraviesan las otras dos rejillas 14.3, 14.4, que están dispuestas de la misma manera sobre el lado inferior de la placa de exploración. A través de estas rejillas 14.3, 14.4 se lleva a cabo una desviación de nuevo de los haces parciales de rayos transmitidos en la dirección del segundo lugar de incidencia respectivo sobre la estructura de medición 20. Las dos rejillas 14.3, 14.4 atravesadas ahora poseen el mismo periodo de división, que se designa a continuación como TP_{G2} .

55 Como se describe en el documento DE 10 2005 029 917.2, las rejillas 14.1 – 14.4 presentan 14.1 – 14.4 una función óptica doble. Por una parte, actúan en la dirección de medición x como una rejilla de desviación regularmente periódica con los periodos de división TP_{G1} y TP_{G2} , respectivamente. En la dirección de trazos y en el plano de la estructura de medición, por otra parte, actúan como lentes cilíndricas, que enfocan los haces de rayos incidentes sobre los elementos reflectoras 15.1, 15.2 y a continuación coliman de nuevo. En el ejemplo representado de las figuras 1a y 1b, las rejillas 14.1, 14.2 enfocan, mientras que las rejillas 14.3, 14.4 coliman de nuevo los haces de

rayos salientes. La combinación de elemento de reflexión y lente representa – como se describe en el documento DE 10 2005 029 917.2 de la solicitante – un elemento retro reflector para la dirección de trazo y de la estructura de medición 20. En virtud del desplazamiento en dirección-y entre los haces de rayos y los ejes ópticos de las lentes cilíndricas se provoca al mismo tiempo un desplazamiento en dirección-y entre los primeros y segundos lugares de incidencia sobre la estructura de medición de reflexión 20. Para que las rejillas de exploración puedan asumir todas al mismo tiempo estas funciones ópticas, deben configurarse como rejillas con líneas de rejillas curvadas, como se describe en el documento DE 10 2005 029 917.2 mencionado y se indica de forma esquemática en la figura 1d siguiente; a continuación cuando se hace referencia a tales estructuras de rejilla se habla también de elementos difractivos de desviación/lentes.

10 La unidad de construcción, que está constituida por la placa de exploración 13 con el sustrato de soporte 13.1, las rejillas 14.1, 14.2, 14.3, 14.4 así como los elementos reflectores planos 15.1, 15.2 funciona en el primer ejemplo de realización representado, por lo tanto, como elemento retro reflector sobre lados de la unidad de exploración 10. A través de éste se realiza una re-desviación de los haces parciales de rayos que proceden desde la estructura de medición 20 en la dirección de la estructura de medición 20, para impulsarlos una segunda vez. La retro reflexión se realiza en este caso en la dirección-y indicada.

15 Sobre la estructura de medición 20 resulta en el primer ejemplo de realización representado de las figuras 1a – 1d en los segundos lugares de incidencia respectivos una nueva difracción y retro reflexión de los haces parciales de rayos incidentes en la dirección de la unidad de exploración 10. Los haces parciales de rayos utilizados para la generación de señales inciden a continuación sobre una rejilla de exploración 17 de transmisión, que funciona en la trayectoria de los rayos de exploración como rejilla de reunión y que está dispuesta sobre el lado inferior de la placa de exploración 13.

20 En el caso del desplazamiento relativo de la estructura de medición 20 y la unidad de exploración 10 resulta en virtud de la interacción de los haces de rayos con la estructura de medición y las diferentes rejillas en la trayectoria de los rayos de exploración en el plano de exploración un patrón de franjas modulado en función del desplazamiento, que presenta una periodicidad de los patrones de franjas TP_S . En el presente ejemplo con un periodo de división $TP_M = 2.048 \mu\text{m}$ de la estructura de medición 20 y periodos de división $TP_{AG1} = 2.194 \mu\text{m}$, $TP_{AG2} = 1.861 \mu\text{m}$ de las rejillas 14.1 – 14.4 resulta aproximadamente una periodicidad de los patrones de franjas $TP_S = 30 \mu\text{m}$.

25 A través de la rejilla de exploración 17 se convierte en el caso del dispositivo de medición de acuerdo con la invención la distribución de la intensidad espacialmente periódica del patrón de franjas en el plano de exploración en lugares diferentes en el plano de detección, a cuyo fin está prevista en el presente caso todavía una óptica de enfoque 18 adicional. A través de la conversión de la distribución de la intensidad espacial en el patrón de franjas del plano de exploración en una distribución de la intensidad en función de la dirección espacial, se asocian a lugares en el patrón de franjas con las mismas propiedades direcciones de propagación espaciales iguales. En el caso del patrón de franjas periódico, modulado en función del desplazamiento en el plano de exploración esto significa que se pueden derivar lugares desde el patrón de franjas con las mismas posiciones de fases a través de la rejilla de exploración 17, respectivamente, idénticamente en función de la dirección. En el plano de detección, que se encuentra en una zona, en la que los haces de rayos que proceden desde la rejilla de exploración 17 están totalmente separados en el espacio, en las diferentes direcciones espaciales están dispuestos en total ocho elementos detectores 16.1 – 16.5. A través de los elementos detectores 16.1 – 16.5 se detectan las diferentes señales incrementales desfasadas, en función del desplazamiento, de manera que no se representan en la figura 1b todos los elementos detectores.

30 La óptica de enfoque 18 prevista en este ejemplo de realización no es necesaria, en principio, en este caso, pero posibilita el enfoque de haces parciales de rayos de la misma dirección de propagación a partir de la rejilla de exploración 17 sobre elementos detectores 16.1 – 16.5 especialmente pequeños. Esto posibilita de nuevo una configuración compacta de la unidad de exploración 10. En virtud de las superficies más pequeñas de los elementos detectores, los elementos detectores presentan, además, capacidades pequeñas, de manera que se reduce el ruido de la señal. Además, en virtud de la óptica de enfoque se pueden utilizar secciones transversales mayores para la exploración, sin incrementar la altura de construcción de la unidad de exploración o las capacidades de los elementos detectores. Las superficies de exploración mayores dan como resultado de nuevo señales incrementales en principio más estables.

35 Una sección parcial de la rejilla de exploración utilizada en el ejemplo de las figuras 1a y 1b se muestra en la figura 1c en combinación con una parte del patrón de franjas S resultante en el plano de exploración, que presenta la periodicidad del patrón de franjas TP_S . Como se ha mencionado anteriormente, en un ejemplo de realización posible, la periodicidad del patrón de franjas es $TP_S = 30 \mu\text{m}$.

40 La rejilla de exploración 17 utilizada para la conversión del patrón de franjas S en una distribución de la intensidad en función de la dirección espacial está constituida por una pluralidad de bloques, respectivamente, con $n = 4$, secciones de rejilla 17.1 – 17.4 dispuestas exclusivamente en la dirección de medición x. Las secciones de rejilla

17.1 – 17.4 están configuradas en cada caso de forma rectangular y se extienden en la dirección longitudinal en la dirección-y indicada, es decir, perpendicularmente a la dirección de medición x. La periodicidad de las rejillas de exploración TP_{AG}, en la que están dispuestos los bloques, corresponde a la periodicidad del patrón de franjas TP_S. Dentro de un periodo de patrón de franjas TP_S están dispuestas en el presente ejemplo en la dirección de medición x n = 4 secciones de rejilla 17.1 – 17.4 configuradas de forma diferente, que provoca, respectivamente, una acción de desviación espacial diferente sobre los haces de rayos que se propagan a través de la sección de rejilla 17.1 – 17.4 respectiva; en este caso, las direcciones espaciales resultantes de las secciones de rejilla 17.1 – 17.4 se diferencian dentro de un bloque. La anchura b_x de las diferentes secciones de rejilla 17.1 – 17.4 en la dirección de medición x es de acuerdo con ello en cada caso b_x = TP_S/4 o bien en general. b_x = TP_S/n, con n > 1 o bien n = 2, 3, 4....

Las cuatro secciones de rejilla 17.1 – 17.4 configuradas de forma diferentes provocan en virtud de su configuración respectiva una acción de desviación espacial diferente sobre los haces de rayos que inciden encima de ellas. A tal fin, las secciones de rejilla presentan, respectivamente, estructuras de rejilla periódicas con elementos estructurales dispuestos periódicamente, que poseen propiedades ópticas diferentes. Según que las estructuras de rejilla en las secciones de rejilla estén configuradas como rejillas de amplitudes o como rejillas de fases, en las diferentes propiedades ópticas se trata, por ejemplo, de acciones de desfase diferentes p, en cambio, se trata de permeabilidades diferentes. Así, por ejemplo, en los elementos estructurales de una rejilla de amplitudes se puede tratar de zonas parciales permeables y no-permeables, dispuestas periódicamente.

Los elementos estructurales están dispuestos periódicamente dentro de las secciones de rejilla respectivas, de manera que la periodicidad de los elementos estructurales en las secciones de rejilla se designa a continuación como periodicidad de las secciones de rejilla TP_S. En el ejemplo de la figura 1c, todas las cuatro secciones de rejilla 17.1 – 17.4 diferentes poseen la misma periodicidad de las secciones de rejilla TP_G = 1.875 μm.

Las cuatro secciones de rejilla 17.1 – 17.4 diferentes dentro de un bloque se diferencian entre sí en la presente forma de realización con respecto al ángulo de giro α_i (i = 1...4), bajo el que los elementos estructurales periódicos están dispuestos con respecto a un eje y, que se extiende perpendicularmente a la dirección de medición x. En la figura 1c se representa, por ejemplo, el ángulo de giro α₂ para la sección de rejilla 17.2, que se selecciona aquí según α₂ = 30°. Como se deduce, además, a partir de la figura 1c, en esta variante están previstos cuatro ángulos de giro α_i (i = 1...4) diferentes para las cuatro secciones de rejilla 17.1 – 17.4 diferentes, que se seleccionan según α₁ = 0°, α₂ = 30°, α₃ = 90°, α₄ = -30°.

En virtud de la selección de estos ángulos de giro α_i (i = 1...4) resulta una desviación espacial determinada de las partes del patrón de franjas S asociados a las secciones de rejilla 17.1 – 17.4 respectivas, que se puede derivar a partir de la ecuación de difracción de las rejillas conocida. En cada sección de la rejilla 17.1 – 17.4 se realiza de acuerdo con la invención al menos una desviación de los haces de rayos que inciden encima en dos direcciones espaciales, a saber, al menos una desviación en el +1. y en el -1. orden de refracción. Dado el caso, en el caso del presente ejemplo no se evalúan otros órdenes de difracción para la obtención de la señal.

De esta manera resultan en el plano de detección de acuerdo con la representación de la figura 1d los ángulos de desviación +/- β en el plano de detección para cada sección de la rejilla 17.1 – 17.4 se acuerdo con la agrupación siguiente:

Señal incremental	S_0°	S_90°	S_180°	S_270°
Ángulo de giro de los elementos estructurales α _i [°]; i = 1...4	0	30	90	-30
Ángulo de +1. orden de refracción β [°]	0	30	90	150
Ángulo de -1. orden de refracción β [°]	180	210	270	300

A partir de las seccion de rejilla 17.1 de la rejilla de exploración 17 se genera, por lo tanto, la señal incremental S_0°, a partir de las secciones de rejilla 17.2 se genera la señal incremental S_90°, a partir de las secciones de rejilla 17.3 se genera la señal incremental S_180° y a partir de las secciones de rejilla 17.4 se genera la señal incremental S_270°. El presente primer ejemplo de realización representa, por lo tanto, un sistema d cuatro fases, cuyas cuatro señales incrementales desfasadas S_0°, S_90°, S_180° y S_270° se pueden evaluar de manera conocida.

En el plano de detección, en las diferentes direcciones espaciales, en las que a partir de las secciones de rejilla 17.1 – 17.4 resulta una acción de desviación correspondiente en el +/- 1. órdenes de difracción, están dispuestos ocho elementos detectores 16.1 – 16.8, como se representa en la figura 1d.

A través de los ocho elementos detectores 16.1 – 16.8 se pueden detectar ahora cuatro señales incrementales **desfasadas** S_0°, S_90°, S_180° y S_270°, en función del desplazamiento. En la figura 1d se indica para cada uno de los ocho elementos detectores 16.1 – 16.8 cuál de las cuatro señales incrementales S_0°, S_90°, S_180° y S_270° diferentes es detectada.

5 Como se deduce, además, a partir de la figura 1d, los centros de gravedad geométricos de los ocho elementos detectores 16.1 – 16.8 se encuentran en este ejemplo de realización sobre un círculo con el radio R; en una forma de realización posible, se selecciona R = 2 mm. De la misma manera en la figura 1d se puede reconocer que los elementos detectores 16.1 – 16.8 están configurados en este caso de forma rectangular y en este caso presentan en la dirección de medición x una longitud mayor que en la dirección-y perpendicular a ella. En virtud de esta configuración de la geometría de los elementos detectores se pueden garantizar tolerancias especialmente grandes con respecto a movimientos de exploración con relación a la estructura de medición.

10 El primer ejemplo de realización explicado de una rejilla de exploración adecuada asegura un aprovechamiento óptimo del espacio en el plano de detección y reduce el espacio de construcción necesario en la unidad de exploración. A continuación se explican otras configuraciones de rejillas de exploración para la instalación de medición de la posición de acuerdo con la invención, que están optimizadas con respecto a otros requerimientos.

15 Con la ayuda de las figuras 2a y 2b se explica una segunda variante de una rejilla de exploración 170 adecuada para una instalación de medición de la posición de acuerdo con la invención así como la disposición resultante de ello de los elementos detectores en el plano de detección. Una rejilla de exploración de este tipo podría empelarse, por ejemplo, de nuevo en un dispositivo de medición de la posición, como se ha explicado con la ayuda de la trayectoria de los rayos de exploración en las figuras 1a y 1b. También el segundo ejemplo de realización descrito a continuación representa de nuevo un sistema de cuatro fases, en el que resultan cuatro señales incrementales moduladas en función del desplazamiento, desfasadas S_0°, S_90°, S_180° y S_270°, respectivamente, con un desplazamiento de fases de 90°. La magnitud n se selecciona, por lo tanto, de nuevo según n = 4 como en el ejemplo anterior.

20 En la rejilla de exploración 170 están previstos como anteriormente n = 4 secciones de rejilla 170.1 – 170.4, que se disponen en la dirección de medición x por bloques con el periodo de patrones de franjas TP_S. La anchura b_x de una sección de rejilla 170.1 – 170.2 se selecciona dentro de un bloque, respectivamente, de nuevo b_x = TP_S/4.

25 A diferencia de la variante anterior, la rejilla de exploración 170 o bien las diferentes secciones de rejilla 170.1 – 170.4 comprenden ahora dos periodicidades de secciones de rejilla TP_{G1}, TP_{G2} diferentes, siendo seleccionado en concreto TP_{G1} = 2 * TP_{G2}. De esta manera, las secciones de rejilla 170.1 y 170.3 presentan la máxima periodicidad de secciones de rejillas TP_{G1}, las secciones de rejillas 170.2 y 170.4 presentan la periodicidad menor de secciones de rejilla TP_{G2}. Además, a diferencia de la primera forma de realización explicada, como se muestra en la figura 2a, se seleccionan los ángulos de giro α_i (i = 1...4) de las cuatro secciones de rejilla 170.1 – 170.4 diferentes; de esta manera, en esta variante solamente están previstos dos ángulos de giro α_i diferentes, a saber, los ángulos de giro α₁ = 0°, α₂ = 0°, α₃ = 90°, α₄ = 90°.

30 En el plano de detección resultan en este caso de acuerdo con la representación de la figura 2b los ángulos de desviación +/- β para cada sección de rejilla 170.1 – 170.4 de acuerdo con la agrupación siguiente:

Señal incremental	S_0°	S_90°	S_180°	S_270°
Ángulo de giro de los elementos estructurales α _i [°]; i = 1...4	0	0	90	90
Ángulo de +1. orden de refracción β [°]	0	0	90	90
Ángulo de -1. orden de refracción β [°]	180	180	270	270
Radio de los centros de gravedad del elemento detector [R]	1	2	1	2

40 Como se deduce a partir de la agrupación así como a partir de la figura 2b, los elementos detectores – de nuevo de forma rectangular – están dispuestos con sus centros de gravedad geométricos ahora sobre dos círculos con los radios R1 y R2, con R2 = 1 * R1. En este caso, se realiza la disposición de los centros de gravedad de los elementos detectores 160.1, 160.3, 160.5 y 160.7 sobre el círculo con el radio R1, los centros de gravedad de los elementos detectores 160.2, 160.4, 160.6 y 160.8 se disponen de la manera mostrada sobre el círculo con el radio R2.

En el caso de este ejemplo de realización, los elementos estructurales de la rejilla de exploración 170, como se deduce a partir de la figura 2a, están alineados, en general, paralelos o perpendicularmente a las otras rejillas en el dispositivo de medición de la posición, en particular con respecto a la división de medición de la estructura de medición, cuyos elementos estructurales se extienden de la misma manera en dirección-y y están dispuestos periódicamente en la dirección de medición x. Tal forma de realización de la rejilla de exploración 170 se ha revelado como ventajosa en dispositivos de medición de la posición, en los que, por ejemplo, se utiliza una llamada fuente de luz VCSEL (láser emisor de superficie de cavidad vertical). Puesto que en tales fuentes de luz aparecen a veces los llamados saltos de polarización, éstas se ordenan con preferencia de tal manera que los ejes principales de polarización de la fuente de luz-VCSEL adopta el ángulo +/- 45° con respecto a los elementos estructurales de la división de medición sobre la estructura de medición. De esta manera, en combinación con la segunda forma de realización de la placa de exploración 170 se asegura que resulten señales incrementales desfasadas alrededor de 180° a partir de secciones de rejilla 170.1 – 170.4 de la placa de exploración 170, que poseen la misma periodicidad de las secciones de rejilla TP_{G1} o TP_{G1} y, por lo tanto, las mismas relaciones de eficiencia con respecto a estas señales incrementales.

Por otro lado, con respecto a esta forma de realización de una rejilla de exploración así como a la disposición de los elementos detectores en el plano de detección se remite a las explicaciones anteriores con relación a la primera variante de una rejilla de exploración adecuada.

A continuación se explica una tercera forma de realización de una rejilla de exploración 270 con la ayuda de las figuras 3a y 3b, que muestran de nuevo vistas parciales de la rejilla de exploración 270 así como del plano de detección con los elementos detectores 260.1 – 260.6 emplazados allí. También una rejilla de exploración 270 de este tipo podría emplearse de nuevo, por ejemplo, en un dispositivo de medición de la posición, como se ha explicado con la ayuda de la trayectoria de los rayos de exploración en las figuras 1a y 1b. A diferencia de las dos variantes ya explicadas anteriormente, el tercer ejemplo de realización de una rejilla de exploración 270 es adecuado para un sistema trifásico, en el que se generan tres señales incrementales desfasadas S_{0°}, S_{120°} y S_{240°} en el dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención; la magnitud n mencionada anteriormente se selecciona ahora según n = 3.

La rejilla de exploración 270 comprende en esta forma de realización tres secciones de rejilla 270.1 – 270.3 diferentes, que están dispuestos por bloques con el periodo de patrones de franjas TPs, en dirección de medición x, de manera que la anchura b_x de una sección de rejilla 270.1 – 270.3 se selecciona, respectivamente, b_x = TPs/3. Están previstas, respectivamente, de nuevo dos periodicidades de secciones de rejilla TP_{G1}, TP_{G2}, con TP_{G1} = 2 * TP_{G2} diferentes. Las secciones de rejilla 270.2 y 270.3 presentan la máxima periodicidad de secciones de rejillas TP_{G1}, la sección de rejilla 170.1 presenta la periodicidad menos de secciones de rejilla TP_{G2}. Con respecto a la alineación de los elementos estructurales en las secciones de rejilla 270.1 – 270.3, como se deduce a partir de la figura 2a, se seleccionan dos ángulos de giro α_i (i = 1...3) diferentes para las tres secciones de rejilla 270.1 – 270.3 diferentes, a saber, los ángulos de giro α₁ = 90°, α₂ = 90°, α₃ = 0°.

En el plano de detección resultan en este caso de acuerdo con la representación de la figura 3b los ángulos de desviación +/- β para cada sección de rejilla 270.3 – 270.3 de acuerdo con la agrupación siguiente:

Señal incremental	S _{0°}	S _{120°}	S _{240°}
Ángulo de giro de los elementos estructurales α _i [°]; i = 1...3	90	90	0
Ángulo de +1. orden de refracción β [°]	90	90	0
Ángulo de -1. orden de refracción β [°]	270	270	180
Radio de los centros de gravedad del elemento detector [R]	2	1	1

Como se deduce de nuevo a partir de la agrupación así como a partir de la figura 3b, los seis elementos detectores 260.1 – 260.6 se disponen con sus centros de gravedad geométricos de nuevo sobre dos círculos con los radios R1 y R2, con R2 = 2 * R1. En este caso, la disposición de los centros de gravedad geométricos de los elementos detectores 260.2, 260.3, 260.5 y 260.6 se realiza sobre el círculo con el radio R1, los centros de gravedad de los elementos detectores 260.1 y 260.4 se realizan de la manera indicada sobre el círculo con el radio R2.

Con relación a las ventajas especiales de esta variante en un sistema trifásico se remite a las explicaciones anteriores con relación a la problemática de polarización en fuentes de luz-VCSEL.

Finalmente, con la ayuda de las figuras 4a y 4b se explica una cuarta forma de realización de una rejilla de

exploración 370 adecuada, que se podría emplear de la misma manera en un dispositivo de medición de la posición de acuerdo con el ejemplo explicado de las figuras 1a y 1b; esta variante de una rejilla de exploración 370 es adecuada de nuevo para un sistema trifásico ($n = 3$).

5 La rejilla de exploración 370 comprende, como en el ejemplo anterior, tres secciones de rejilla 370.1 – 370.3 diferentes, que están dispuestas por bloques con el periodo del patrón de franjas TP_S en la dirección de medición x , de manera que la anchura b_x de una sección de rejilla 370.1 – 370.3 se selecciona en cada caso de nuevo $b_x = TP_S/3$. A diferencia de la variante anterior, está previsto que en todas las tres secciones de rejilla diferentes se seleccione la misma periodicidad de las secciones de rejilla TP_G para los elementos estructurales.

10 Con relación a la alineación de los elementos estructurales en las secciones de rejilla 370.1 – 370.3, como se deduce a partir de la figura 4a, se seleccionan tres ángulos de giro α_i ($i = 1 \dots 3$) diferentes para las tres secciones de rejilla 370.1 – 370.3 diferentes $\alpha_1 = 90^\circ$, $\alpha_2 = 20^\circ$, $\alpha_3 = -20^\circ$.

En el plano de detección resultan en este caso de acuerdo con la representación de la figura 4b los ángulos de desviación $\pm \beta$ para cada sección de rejilla 370.1 – 370.3 de acuerdo con la agrupación siguiente:

Señal incremental	S_0°	S_120°	S_240°
Ángulo de giro de los elementos estructurales α_i [°]; $i = 1 \dots 3$	90	20	-20
Ángulo de +1. orden de refracción β [°]	90	20	-20
Ángulo de -1. orden de refracción β [°]	270	200	160
Radio de los centros de gravedad del elemento detector [R]	1	1	1

15 En esta variante de una rejilla de exploración 370 para un dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención hay que indicar como ventajoso que en virtud de los ángulos β resultantes para la desviación de los +1. y -1. Órdenes de difracción se aprovecha de una manera óptima el espacio disponible para los seis elementos detectores 360.1 – 360.6 en el plano de detección. Resulta un sistema compacto con un volumen del espacio de construcción relativamente reducido para la unidad de exploración.

Además de los ejemplos de realización explicados, existen en el marco de la invención, evidentemente, todavía posibilidades de configuración alternativas.

25 Así, por ejemplo, hay que indicar que la trayectoria de los rayos de exploración explicada con la ayuda de las figuras 1a y 1b para la generación de un patrón de franjas periódico en un plano de exploración de ninguna manera es forzosa para la presente invención. Tal patrón de franjas se puede generar también a través de estructuras de medición y/o unidades de exploración configuradas de otra manera a través de la interacción de los haces de rayos emitidos por una fuente de luz con la estructura de medición y otras rejillas opcionales en la trayectoria de rayos de exploración. En principio, naturalmente, de manera alternativa al sistema por incidencia de la luz explicado, se podría realizar también un sistema al trasluz con una estructura de medición al trasluz de acuerdo con la invención.

30 De la misma manera, además de un dispositivo de medición de la posición para la detección de movimientos lineales, se podría configurar también un dispositivo de medición de la posición rotatorio de acuerdo con la invención.

35 Por lo tanto, es posible emplear, en lugar de las rejillas de exploración transmisivas explicadas, también variantes reflexivas de las mismas y prever una iluminación inclinada de las mismas en la dirección del trazo y . En la trayectoria de los rayos de exploración sería necesaria entonces, además, todavía otra desviación del rayo a través de elementos reflectores correspondientes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo óptico de medición para la generación de varias señales incrementales desfasadas, en función del desplazamiento (S₀°, S₉₀°, S₁₈₀°, S₂₇₀°; S₀°, S₁₂₀°, 1₂₄₀°) con respecto a dos objetos móviles entre sí en una dirección de medición (x), que está constituido por
- 5 - una estructura de medición (20) y
- una unidad de exploración (10) con una rejilla de exploración (17; 170; 270; 370) dispuesta en un plano de exploración así como varios elementos detectores (16.1 - 16.8; 160.1 - 160.8; 280.1 - 260.6; 360.1 - 360.6), dispuestos a continuación de la rejilla de exploración (17; 170; 270; 370).
- 10 en el que a través de la interacción de los haces de rayos emitidos por una fuente de luz (11) con la estructura de medición (20) y otras rejillas ópticas en la trayectoria de los rayos de exploración en el plano de exploración resulta un patrón de franjas con la periodicidad del patrón de franjas TP_S, **caracterizado** porque
- la rejilla de exploración (17; 170; 270; 370) para la generación de todas las señales incrementales (S₀°, S₉₀°, S₁₈₀°, S₂₇₀°; S₀°, S₁₂₀°, 1₂₄₀°) está constituida por varios bloques dispuestos periódicamente con la periodicidad de la rejilla de exploración TP_{AG} = TP_S en la dirección de medición (x), en la que cada bloque comprende n = 3 o n = 4 secciones de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) dispuestas exclusivamente en la dirección de medición (x) de la anchura b_x = TP_{AG} = n y cada sección de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) presenta una estructura de rejilla periódica, que provoca una desviación de los haces de rayos que se propagan a través de esta sección de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) en varias direcciones espaciales, en la que las direcciones espaciales resultantes de las secciones de
- 15 rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) se diferencian en un bloque, y
- 20 - en un plano de detección están dispuestos unos elementos detectores (16.1 - 16.8; 160.1 - 160.8; 260.1 - 260.6; 360.1 - 360.6) en las diferentes direcciones espaciales, en la que el plano de detección está en una zona, en la que los haces de rayos que proceden desde la rejilla de exploración (17; 170; 270; 370) están totalmente separados en el espacio.
- 25 2.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque las estructuras de rejilla están constituidas por componentes estructurales dispuestos periódicamente con la periodicidad de la sección de rejilla TP_G con propiedades ópticas diferentes alternas, que están dispuestos, respectivamente, dentro de una sección de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) bajo el mismo ángulo de giro (α_i) con respecto a un eje (y) perpendicularmente a la dirección de medición (x).
- 30 3.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque para n = 4 secciones diferentes de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4) en un bloque se seleccionan dos o cuatro ángulos de giro (α_i) diferentes para los elementos estructurales de las secciones de rejilla (17.1 - 17.4; 170.1 - 170.4; 270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3).
- 4.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque
- 35 - en el caso de dos ángulos de giro (α_i) diferentes previstos, éstos se seleccionan según α₁ = 0°, α₂ = 0°, α₃ = 90°, α₄ = 90° o
- en el caso de cuatro ángulos de giro (α_i) diferentes previstos, éstos se seleccionan según α₁ = 0°, α₂ = 30°, α₃ = 90°, α₄ = -30°.
- 40 5.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque para n = 3 secciones diferentes de rejilla (270.1 - 270.3; 370.1 - 370.3) en un bloque se seleccionan dos o tres ángulos de giro (α_i) diferentes para los elementos estructurales de las secciones de rejilla (270.3; 370.1 - 370.3).
- 6.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque
- en el caso de dos ángulos de giro (α_i) diferentes previstos, éstos se seleccionan según α₁ = 90°, α₂ = 90°, α₃ = 0°,
- 45 - en el caso de tres ángulos de giro (α_i) diferentes previstos, éstos se seleccionan según α₁ = 90°, α₂ = 20°, α₃ = -20°.
- 7.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las estructuras de rejilla están configuradas como rejillas de fases, en las que diferentes elementos estructurales ejercen, respectivamente, una acción diferente de desfase sobre los haces de rayos incidentes.
- 50 8.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizado porque las estructuras de rejilla están configuradas como rejillas de amplitudes, en las que diferentes elementos estructurales poseen, respectivamente, una permeabilidad diferente de desfase sobre los haces de rayos incidentes sobre ellos.

5 9.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los elementos detectores (16.1 - 16.8; 160.1 - 160.8; 260.1 - 260.6; 360.1 - 360.6) están configurados de forma rectangular y poseen en la dirección de medición (x) una longitud mayor que en la dirección (y) perpendicular a ella.

10 10.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque las diferentes secciones de rejilla (17.1 - 17.4; 370.1 - 370.3) presentan la misma periodicidad de la sección de rejilla (TP_G).

11.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado** porque los centros de gravedad geométricos de los elementos detectores (16.1 - 16.8; 360.1 - 360.6) están dispuestos en el plano de detección sobre un círculo con el radio R.

15 12.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque las diferentes secciones de rejilla (17.1 - 17.4; 370.1 - 370.3) presentan diferente periodicidad de la sección de rejilla ($TP_{G,i}$).

13.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado** porque los centros de gravedad geométricos de los elementos detectores (160.1 - 160.8; 260.1 - 260.6) están dispuestos sobre dos círculos con radios diferentes (R_1, R_2).

20 14.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la unidad de exploración está configurada de tal forma que los haces de luz emitidos por una fuente de luz (11)

25 - inciden una primera vez sobre la estructura de medición (20), donde tiene lugar una disociación en dos haces parciales de rayos reflejados de retorno hacia la unidad de exploración (10), que corresponden a dos disposiciones de difracción diferentes,

- los dos haces parciales de rayos reflejados de retorno en la unidad de exploración (10) experimentan a través de un elemento retro reflector una reflexión en la dirección de la estructura de medición (20), de manera que los haces parciales de rayos atraviesan, respectivamente, dos veces la rejilla (14.1, 14.2, 14.3, 14.4),

30 - los haces parciales de rayos que inciden una segunda vez sobre la estructura de medición (20) experimentan una nueva difracción y reflexión en la dirección de la unidad de exploración (10).

- en la unidad de exploración (10) al menos una pareja de haces parciales de rayos reflejados incide bajo ángulos simétricos (α_1, α_2) al eje óptico (OA) en el mismo lugar sobre la rejilla de exploración (17).

35 15.- Dispositivo óptico de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque entre la rejilla de exploración (17) y los elementos detectores (16.1 - 16.8) dispuestos a continuación está dispuesta una óptica de enfoque (18), a través de la cual se realiza un enfoque de los haces parciales de rayos desviados en las diferentes direcciones espaciales sobre los elementos detectores (16.1 - 16.8).

40

FIG. 1a

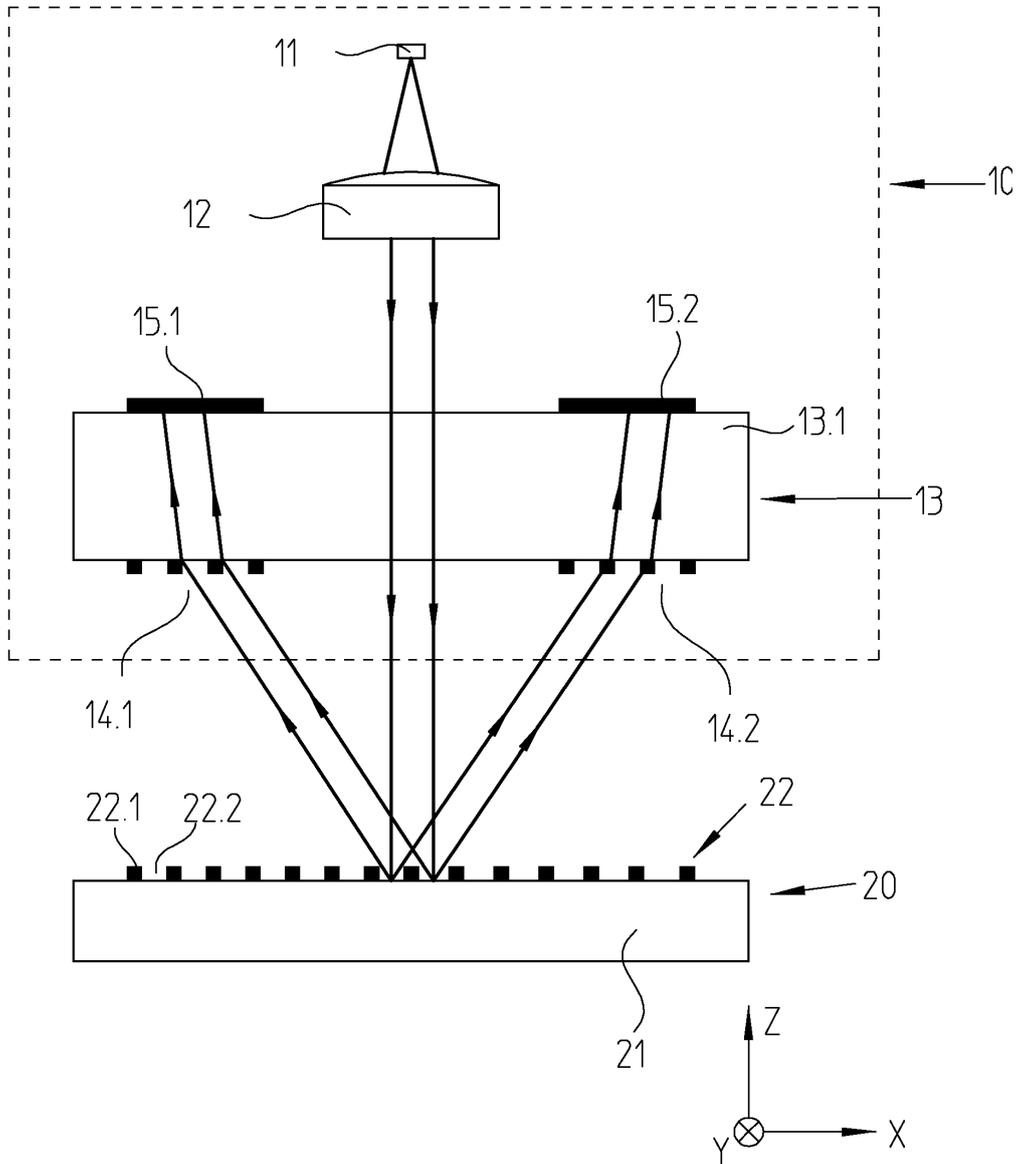


FIG. 1b

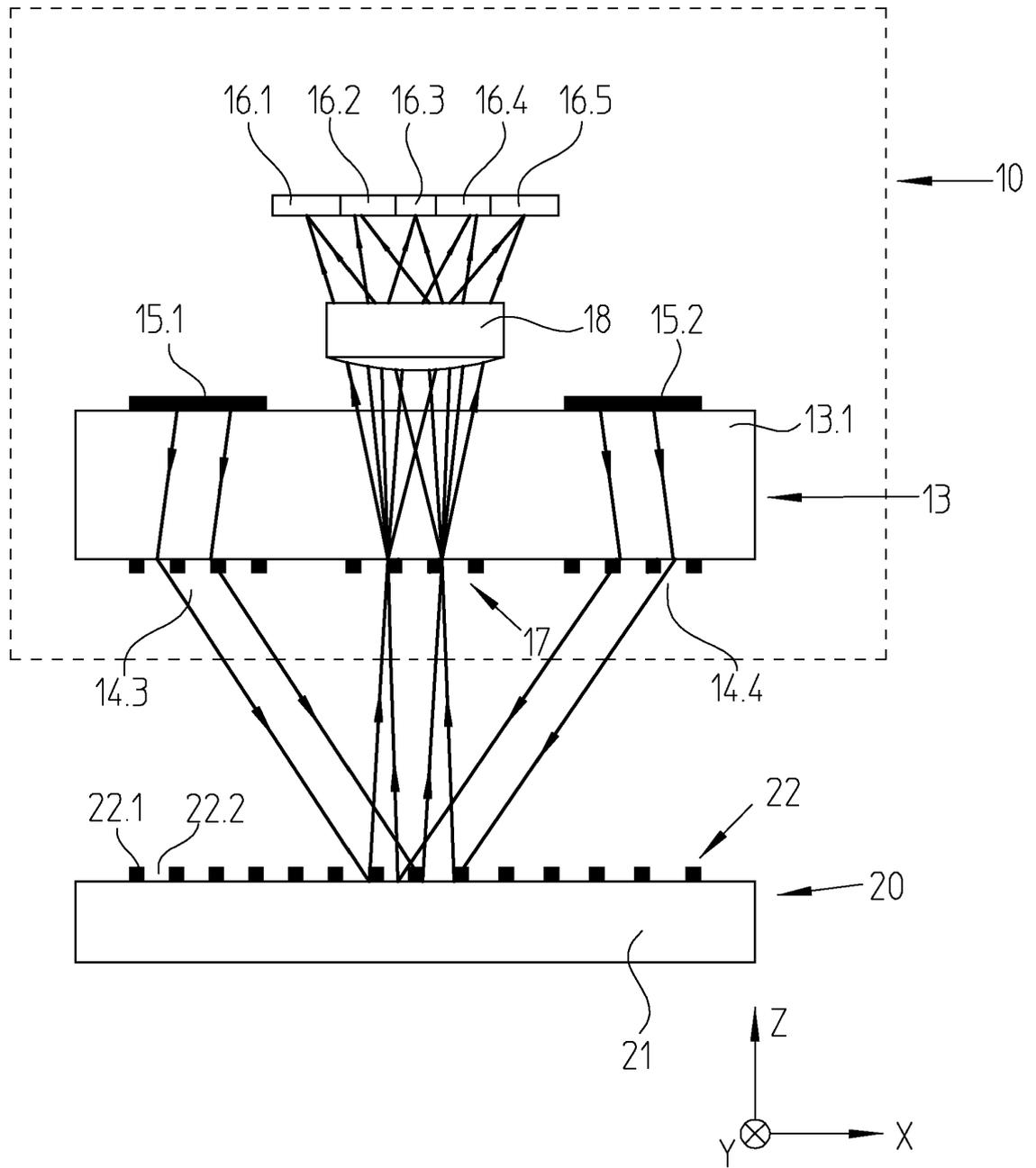


FIG 1c

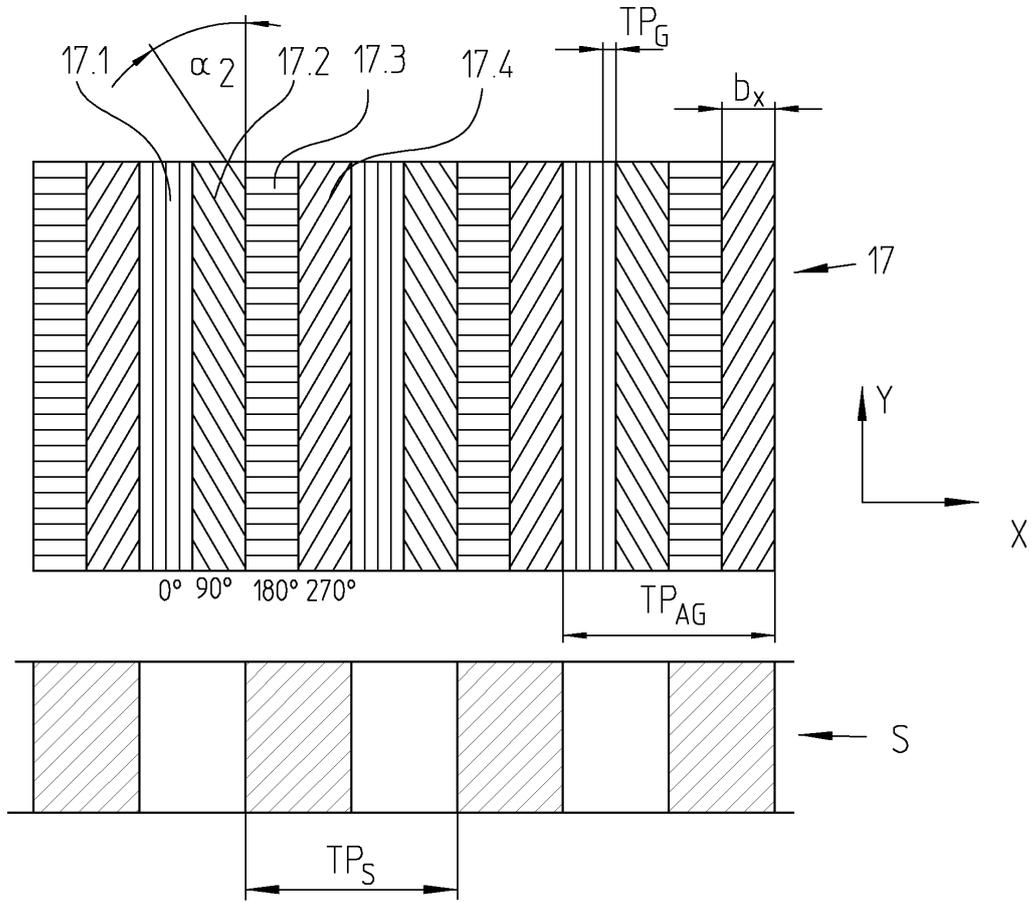


FIG. 1d

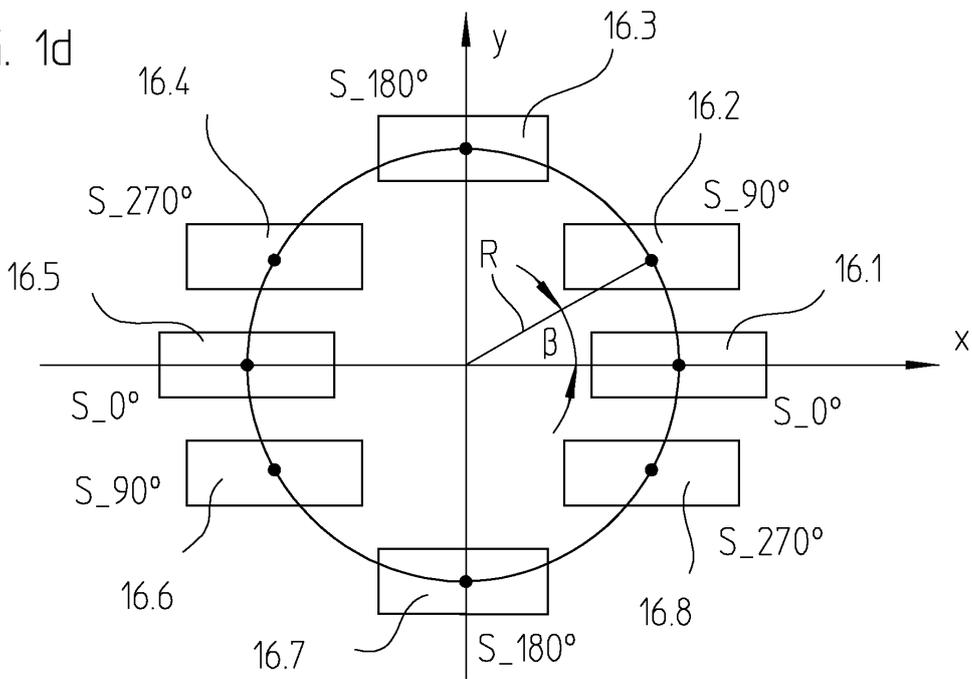


FIG. 2a

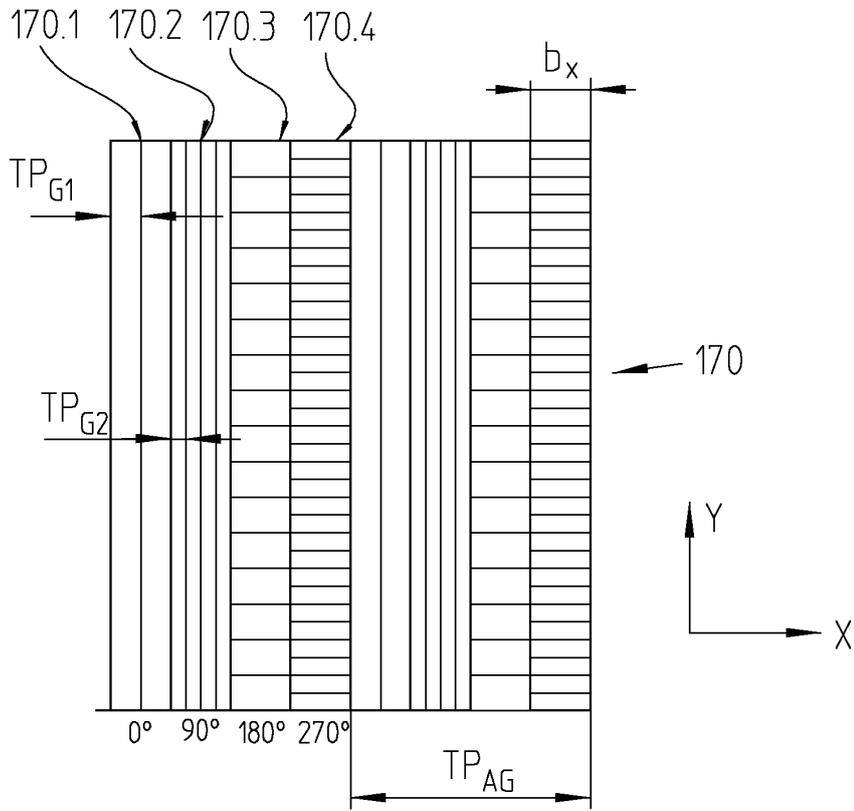


FIG. 2b

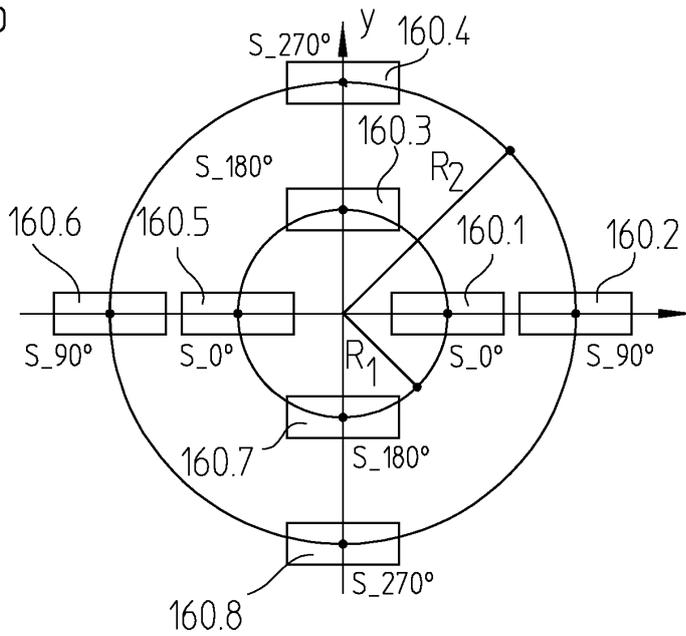


Fig. 3a

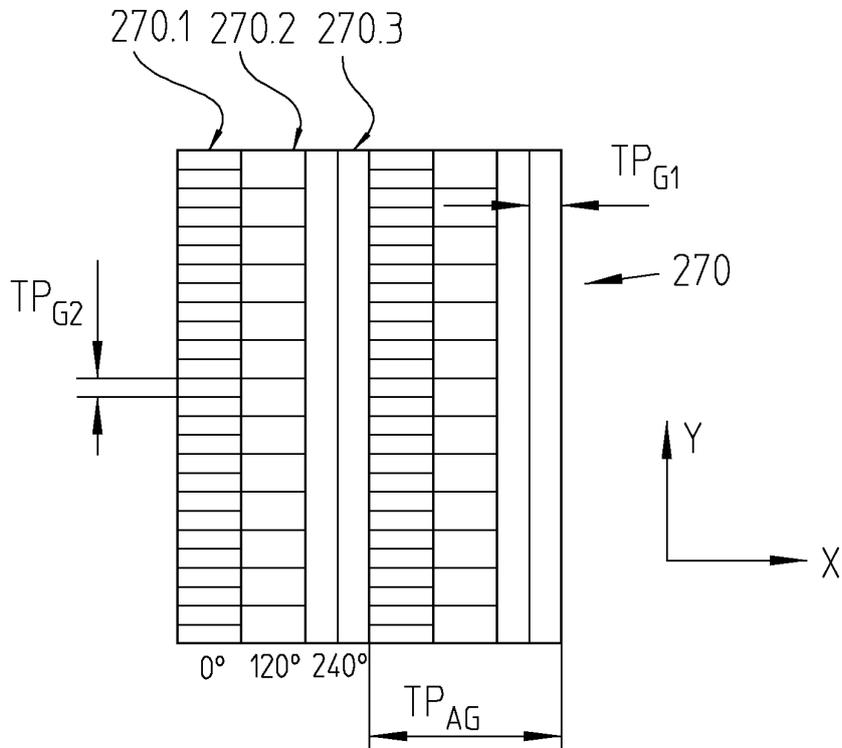


FIG. 3b

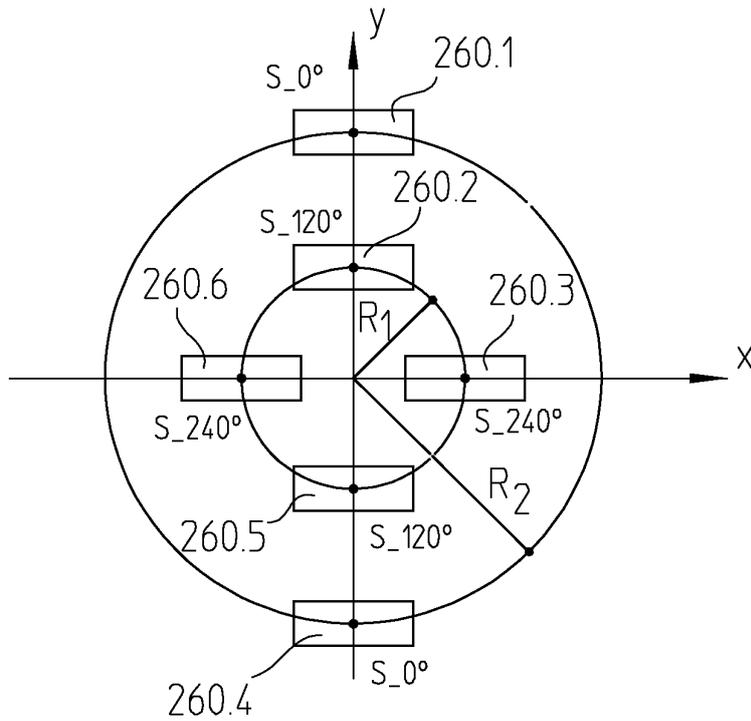


FIG. 4a

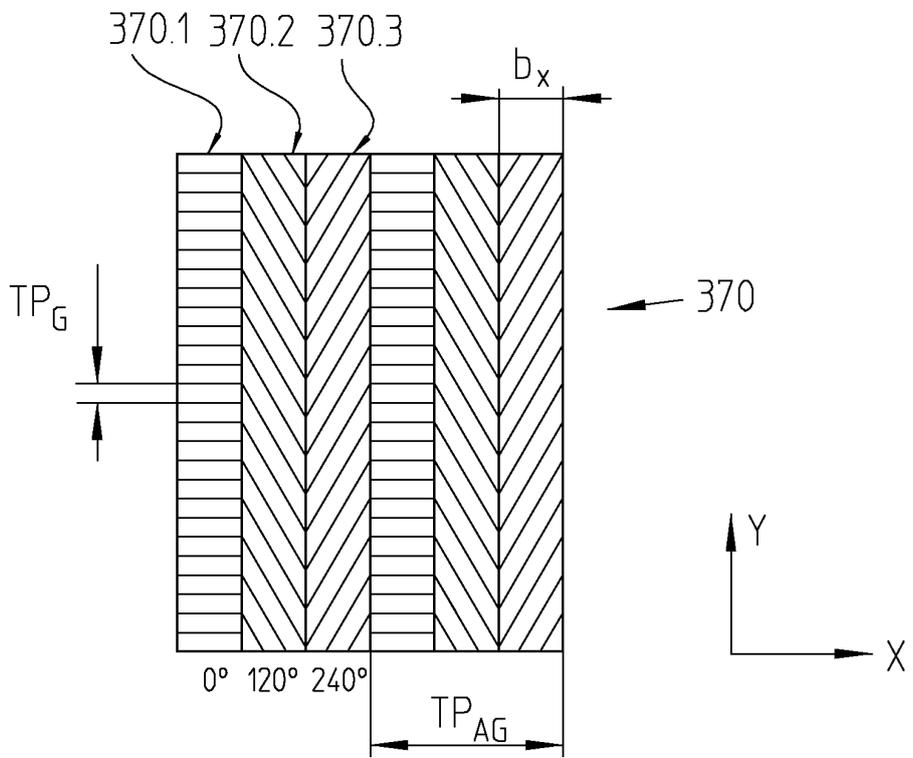


FIG. 4b

