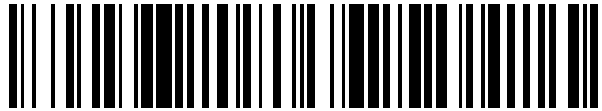


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 704**

51 Int. Cl.:

G01D 5/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2012 E 12164250 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2520906**

54 Título: **Instalación óptica de medición de la posición**

30 Prioridad:

05.05.2011 DE 102011075286

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

23.06.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HERMANN, MICHAEL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 538 704 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

Instalación óptica de medición de la posición

La invención se refiere a una instalación óptica de medición de la posición.

5 Los dispositivos ópticos de medición de la posición conocidos para la detección de la posición de dos objetos móviles relativamente entre sí a lo largo de al menos una dirección de medición están constituidos por una incorporación de medición, que está conectada con uno de los dos objetos, así como por una unidad de exploración, que está conectada con el otro de los dos objetos. La incorporación de medición comprende en este caso una división incremental que se extiende en la dirección de medición; la unidad de exploración presenta una fuente de luz, una o varias rejillas así como una disposición de detectores. En el lado de la disposición de detectores están
10 previstos varios grupos de elementos detectores dispuestos en un plano de detección. En el caso del movimiento relativo de los dos objetos, a partir de la exploración de un patrón de rayas periódicas que resultan en el plano de detección sobre los elementos detectores se pueden generar varias señales de exploración desfasadas dependientes de la posición. Los elementos detectores con señales de exploración en concordancia de fase forman, respectivamente, un grupo. Típicamente, para una llamada exploración de un campo para la generación de cuatro
15 señales de exploración desfasadas 90°, respectivamente, dentro de un periodo del patrón de rayas están previstos cuatro elementos detectores con preferencia rectangulares en la disposición de detectores. Una exploración de un campo de este tipo se ha revelado como ventajosa también en condiciones de funcionamiento no-ideales, como por ejemplo en el caso de eventuales contaminaciones de la incorporación de medida explorada, puesto que solamente resulta una consideración reducida de la forma de la señal ideal de las señales de exploración.

20 A medida que se incrementa la resolución de tales aparatos de medición de la posición se reducen cada vez más los periodos del patrón de franjas resultante en el plano de detección. Con respecto a los elementos detectores existen, por otra parte limitaciones tecnológicas con respecto a su anchura mínima posible. A una distancia prevista de elementos detectores vecinos de 5 μm y una anchura mínima posible de elemento detector de 5 μm , no se puede explorar ya de esta manera ningún periodo de patrón de franjas por debajo de 40 μm a través de una exploración de
25 un campo convencional de este tipo. Además, en estructuras de elementos detectores cada vez más pequeñas se eleva la porción de las capacidades marginales en la capacidad general de los elementos detectores respectivo. Por lo tanto, se plantea el problema de indicar medidas adecuadas también para instalaciones ópticas de medición de la posición de alta resolución, para garantizar una buena calidad de la señal también en condiciones de funcionamiento no ideales.

30 Para la solución de esta problemática se conoce emplazar delante de la disposición de detectores estructuras de pantallas con zonas transparentes dispuestas periódicamente, cuya periodicidad es menor que la dilatación de un elemento detector individual en la dirección de medición. Por ejemplo, a este respecto se remite a las figuras 2 y 3 en la publicación J. Carr y col. con el título "Miniaturised optical encoder for ultra precision metrology systems" en Precision Engineering 33 (2009), páginas 263 – 267. Sin embargo, en este modo de proceder es problemático que
35 las estructuras de pantalla deben alinearse con alta precisión con respecto a los elementos detectores, cuando los elementos detectores son pequeños. En otro caso, resultan señales de exploración de baja calidad, es decir, con grado de modulación más reducido y, por lo tanto, con amplitud más reducida de la señal. En cambio, en el caso de elementos detectores mayores, el ajuste de las estructuras de las pantallas no es crítico, pero en condiciones de funcionamiento no ideales, no se puede garantizar ya una buena calidad de la señal.

40 El documento EP 2 233 892 A1 publica una instalación óptica de medición de la posición para la detección de la posición relativa de dos objetos móviles rotatorios entre sí. Uno de los objetos está conectado con una incorporación de medición cilíndrica, la otra está conectada con una disposición de detectores y con un disco, que presenta otra rejilla de forma cilíndrica. La disposición de detectores comprende varios elementos detectores en forma de sector para la detección de señales de exploración desfasadas, de manera que los elementos detectores con señales de
45 exploración desfasadas están asociados, respectivamente, a un grupo. Las sumas de las superficies de diferentes grupos son idénticas, respectivamente; además, los centros de gravedad de las superficies de los elementos detectores de los diferentes grupos son idénticos.

El cometido de la presente invención es indicar una instalación óptica de medición de la posición de alta resolución, que garantiza también en componentes alineados entre sí de forma no ideal en la trayectoria de los rayos de exploración o en condiciones de funcionamiento no ideales la mejor calidad posible de las señales de exploración resultantes.
50

Este cometido se soluciona por medio de una instalación de medición de la posición con las características según la reivindicación 1.

Las formas de realización ventajosas de la instalación óptica de medición de la posición se deducen a partir de las medidas en las reivindicaciones dependientes.
55

La instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención para la detección de la posición de dos

objetos móvil relativamente entre sí a lo largo de al menos una dirección de medición comprende, por una parte, una incorporación de medición, que está conectada con uno de los dos objetos y presenta una división incremental que se extiende en dirección de medición. Además, la instalación de medición de la posición comprende una unidad de exploración, que está conectada con el otro de los dos objetos y una fuente de luz, una o varias rejillas así como una disposición de detectores. La disposición de detectores está constituida por varios grupos de elementos detectores dispuestos en un plano de detección, a través de los cuales se pueden generar en el caso del movimiento relativo de los dos objetos a partir de la exploración de un patrón de franjas periódico que resulta en el plano de detección varias señales de exploración desfasadas, dependientes de la posición. Los elementos detectores con señales de exploración en concordancia de fase forman, respectivamente, un grupo. En este caso, las sumas de las superficies de los elementos detectores de un grupo son idénticas con las sumas de las superficies de los elementos detectores de cada uno de los otros grupos. Además, el centro de gravedad de la superficie de los elementos detectores de un grupo es idéntico con el centro de gravedad de los elementos detectores de cada uno de los otros grupos. Delante de las superficies foto sensibles de los elementos detectores están dispuestas estructuras de pantalla periódicas.

Con preferencia, las estructuras de pantallas periódicas están constituidas por zonas transparentes y opacas dispuestas al menos alternando en la dirección de medición, cuya periodicidad es menor que la dilatación de los elementos detectores en la dirección de medición.

Por lo tanto, es posible que

- la suma de las superficies de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas, que están asociadas a un grupo de elementos detectores, sea idéntica con la suma de las superficies de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas, que están asociadas a cada uno de los otros grupos de elementos detectores, y
- los centros de gravedad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas, que están asociados a un grupo de elementos detectores, son idénticos con los centros de gravedad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas, que están asociados a cada uno de los otros grupos de elementos detectores.

Además, puede estar previsto que

- los diferentes grupos de elementos detectores presenten, además, los mismos valores de los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial, y
- las zonas transparentes de las estructuras de pantalla, que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores, presentan valores iguales de los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial.

Por último, es posible que

- los diferentes grupos de elementos detectores presenten, además, valores iguales de todos los otros momentos de sensibilidad superficial y
- las zonas transparentes de las estructuras de pantallas, que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores, presentan, además, valores iguales de todos los otros momentos de sensibilidad superficial.

En este caso, puede estar previsto que

- las estructuras de pantallas estén configuradas sobre una placa de exploración y que la placa de exploración esté dispuesta por encima de la disposición de detectores en la unidad de exploración o
- las estructuras de pantalla estén configuradas como capa de metalización con zonas transparentes sobre los elementos detectores.

Con ventaja, la dilatación de las estructuras de pantallas en la dirección de medición se selecciona según $d = 1/3 \cdot P_D$ o según $d = 1/4 \cdot P_D$, siendo $d =$ anchura de las estructuras de pantallas en la dirección de medición x , $P_D =$ periodicidad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas.

Además, es posible que las estructuras de pantallas estén dispuestas dependiendo de una función de ponderación solamente sobre una parte de los elementos detectores.

En este caso, las estructuras de pantallas solamente pueden estar dispuestas sobre elementos detectores de la disposición de detectores, que forman conjuntamente aproximadamente una zona cuadrada.

Por lo demás, la disposición de detectores puede estar configurada en forma de un segmento circular y puede

comprender varios sectores circulares, en los que están dispuestos, respectivamente, varios elementos detectores en varias pistas en forma de anillo circular radialmente adyacentes.

En particular, la disposición de detectores se puede configurar en este caso en forma de semicírculo.

5 Además, puede estar previsto que los elementos detectores de pistas vecinas, que generan señales de exploración en concordancia de fase, estén conectados eléctricamente entre sí a través de conexiones de contacto que se extienden diagonalmente.

Por demás, los elementos detectores de un grupo pueden estar conectados en los cantos extremos de las disposiciones de detectores en forma de segmento circular a través de conexiones de contacto con elementos de procesamiento de señales dispuestos a continuación.

10 Con preferencia, la disposición de detectores está dispuesta adyacente a la fuente luminosa en la unidad de exploración, estando dispuesto en el plano de detección un diodo de protección, que rodea cerrado la fuente luminosa.

Por último, es posible que la configuración geométrica de la pista radialmente más interna de los elementos detectores se desvíe de la configuración geométrica de la pista adyacente en dirección radial.

15 Como ventaja decisiva de la instalación óptica de medición de la posición de alta resolución de acuerdo con la invención hay que indicar que también en condiciones de funcionamiento no ideales se garantiza una buena calidad de las señales de exploración generadas. De esta manera resulta, por una parte, una alta insensibilidad frente a eventuales contaminaciones de la incorporación de medición explorada; por otra parte, resulta una alta insensibilidad de todo el sistema también en el caso de un montaje no ideal de componentes en la trayectoria de los rayos de exploración o bien en la unidad de exploración o, en cambio, en el caso de un montaje no ideal de la instalación de medición de la posición.

Además, resultan capacidades marginales más reducidas en los elementos detectores, lo que tiene como consecuencia una anchura de banda más alta posible o bien un ruido más reducido de las señales de exploración.

25 Las medidas de acuerdo con la invención se pueden aplicar tanto en instalaciones rotatorias como también en instalaciones lineales de medición de la posición.

Otras ventajas así como detalles de la presente invención se deducen a partir de la descripción siguiente de varios ejemplos de realización con la ayuda de las figuras adjuntas. En este caso:

La figura 1 muestra una representación muy esquemática de una forma de realización de la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención.

30 La figura 2 muestra una vista en planta superior sobre la incorporación de medición explorada de la instalación de medición de la posición de la figura 1.

La figura 3 muestra una vista en planta superior sobre la disposición de detectores de la instalación de medición de la posición de la figura 1.

35 La figura 4 muestra una representación esquemática muy simplificada para la explicación de la configuración de acuerdo con la invención de la disposición de detectores.

La figura 5 muestra una vista parcial de la disposición de detectores de la figura 3 con estructuras de pantallas.

La figura 6 muestra una vista parcial de la disposición de detectores de la figura 3 son estructuras de pantallas.

La figura 7 muestra una vista parcial de una disposición de detectores, que es adecuada para otra forma de realización de la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención.

40 En las figuras 1 a 3 se representa en secciones parciales muy esquemáticas una forma de realización configurada como sistema de luz incidente de la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención. La figura 1 muestra una representación de la sección lateral 1, la figura 2 muestra una vista en planta superior sobre la incorporación de medición explorada y la figura 3 muestra una vista en planta superior sobre el plano de detección en la unidad de exploración.

45 La instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención para la detección de la posición de dos objetos móviles relativamente entre sí a lo largo de al menos una dirección de medición x comprende una incorporación de medición 10 así como una unidad de exploración 20. La incorporación de medición 10 y la unidad de exploración 20 están unidas con los dos objetos – representados todavía en las figuras -. En estos objetos se puede tratar, por ejemplo, de componentes de máquinas relativamente móviles. A través de la instalación óptica de

medición de la posición de acuerdo con la invención se generan en el caso del desplazamiento de los componentes de las máquinas unas señales de posición, que son procesadas posteriormente por un control de la máquina dispuesto a continuación.

5 En el ejemplo de realización representado, se muestra una instalación de medición de la posición lineal, es decir, que la incorporación de medición 10 y la unidad de exploración 20 están dispuestas de manera desplazable entre sí a lo largo de la dirección de medición lineal x indicada.

10 La incorporación de medición 10 está constituida en el presente ejemplo por un cuerpo de soporte 11, sobre el que está dispuesta una división incremental 12 que se extiende en la dirección de medición x . La división incremental 12 se forma a partir de secciones de división en forma de trazos, dispuestos alternando en la dirección de medición x con diferentes actuaciones desfasadas, que se representan claras y oscuras en la figura 2; la división incremental está configurada, por lo tanto, como rejilla de fases y posee en una forma de realización posible una carrera de fases de 180° . Las zonas de división de la división incremental 12 están dispuestas en la dirección de medición x periódicamente con el periodo de la división TP_{INC} .

15 Como se deduce a partir de la figura 2, sobre lados de la incorporación de medición 10 en el ejemplo de realización representado en la dirección- y indicada está prevista adyacente a la pista con la división incremental 12 otra pista con al menos una marca de referencia 13. La marca de referencia 13 está constituida por una disposición aperiódica de zonas de división con diferentes actuaciones desfasadas y sirve para la generación de una señal de referencia en al menos una posición de referencia conocida a lo largo del trayecto de medición. De esta forma se puede crear de manera conocida una referencia absoluta para las señales de exploración incrementales de alta resolución, que resultan a partir de la exploración de la división incremental 12. El modo concreto de la generación de la al menos una señal de referencia no es relevante en adelante para la presente invención, a tal fin se pueden utilizar diferentes variantes de exploración de la marca de referencia.

20 En el lado de la seguridad de exploración 20, una fuente de luz 23 está dispuesta sobre el elemento de soporte 21, que emite luz en la dirección de la incorporación de medición 10. Entre la fuente de luz 23 y la incorporación de medición 10 no están previstos en el presente ejemplo de realización elementos ópticos colimadores, es decir, que la fuente de luz 23 está configurada, por ejemplo, como LED, irradia luz divergente en la dirección de la incorporación de medición 10. En el plano de detección de la unidad de exploración 10, en virtud de esta característica de radiación de la fuente de luz resulta una distribución de la intensidad inhomogénea, pero simétrica radial. La fuente de luz 23 está dispuesta en el ejemplo de realización representado en una cavidad 22.1 de un módulo sensor 22 en forma de plaquita; a continuación se designa también como cavidad de la fuente de luz 22.1. La cavidad de la fuente de luz 22.1 puede estar configurada en este caso o bien sólo como cavidad en el módulo sensor 22 o, en cambio, como se representa en la figura 1 como orificio completo o bien como decapado en forma de tronco de pirámide del módulo sensor 22. En virtud del decapado realizado a lo largo de los planos de cristal en el módulo sensor 22 resulta una sección transversal cuadrada de la cavidad de la fuente de luz 22.1 en el plano de detección. Alrededor del decapado cuadrado de la cavidad de fuente de luz 22.1 o bien alrededor de la fuente de luz 23 se dispone sobre el lado superior del módulo sensor 22 en el plano de detección un diodo de protección 22.2 que rodea cerrado la cavidad de la fuente de luz 22.1. Sobre el diodo de protección 22.2 se aspiran portadores de carga generados, dado el caso, allí y se impide que se produzca diafonía sobre la disposición de detectores adyacente 27 y las señales de exploración generadas encima presentan un grado de modulación reducido.

30 Sobre el lado superior del módulo sensor 22 orientado hacia la incorporación de medición 10, perpendicularmente a la dirección de medición x , es decir, en la dirección- y indicada, adyacente a la cavidad de la fuente de luz 22.1 en el plano de detección está emplazada, por una parte, una disposición de detección 27 para la exploración de la división incremental 12 y, por otra parte, un detector de la marca de referencia 28 para la detección de la marca de referencia 13; puesto que este último no es objeto de la presente invención, se indica solamente de forma esquemática en la figura 3.

35 La disposición de detectores 27 para la exploración de la división incremental 12 comprende una pluralidad de elementos detectores 27.1 – 27.4 optoelectrónicos, que están unidos entre sí por grupos de forma conductora de electricidad; dentro de un grupo están conectados entre sí aquellos elementos detectores 27.1 – 27.4, que detectan señales de exploración en concordancia de fase en el patrón de franjas explorado. La disposición de detectores 27 está configurada en forma semicircular en el ejemplo de realización representado y comprende varias pistas dispuestas concéntricas alrededor de la fuente de luz 23 con elementos detectores 27.1 – 27.4; para más detalles con respecto a la configuración de la disposición de detectores 27 se remite a la descripción siguiente. En este lugar se menciona solamente que en virtud de la sección transversal cuadrada de la cavidad de la fuente de luz 22.1, la configuración geométrica de la pista más interior de la disposición de detectores 27 se desvía, como se deduce a partir de la figura, de la configuración geométrica de la pista adyacente en dirección radial. El número de los elementos detectores en esta pista corresponde al número en las otras pistas; solamente la anchura angular de los elementos detectores está reducida y la posición media de elementos detectores individuales se modifica de tal forma que está disponible espacio suficiente para la cavidad cuadrada de la fuente de luz 22.1 y para el diodo de protección 22.2 circundante. Esta configuración diferente de la pista más interior se realiza para combinar de la

manera más efectiva posible la cavidad de la fuente de luz 22.1 y la disposición de detectores 27. De esta manera se puede explorar también el patrón de franjas que aparece en el entorno inmediato del diodo de protección. En virtud de la iluminación divergente a través de la fuente de luz 23 resulta en esta zona la máxima intensidad.

5 Por encima del módulo sensor 22, es decir, orientada en la dirección de la incorporación de medición 10 está dispuesta una placa de exploración 24 en la unidad de exploración 10, que está configurada como placa de vidrio transparente. La placa de exploración 24 lleva sobre el lado dirigido hacia el módulo sensor 22 en la zona central sobre la cavidad de la fuente de luz 22.1 una rejilla de emisión 26. La rejilla de emisión 26 está configurada como rejilla de amplitudes de luz incidente, que presenta zonas de división transparentes y opacas dispuestas periódicamente en la dirección de medición x ; el periodo de la división de la rejilla de emisión 26 se designa a continuación con TP_s . Por lo demás, la placa de exploración 24 lleva en el presente ejemplo sobre el mismo lado en la zona por encima de la disposición de detectores 27 unas rejillas en forma de estructuras de pantallas periódicas 29, que funcionan como rejillas de detección para el principio de exploración utilizado en este caso. Para la configuración concreta de la disposición de detectores 27 como también de las estructuras de pantallas periódicas 29 o bien de las rejillas de detección se remite a la descripción siguiente. Además, en las figuras 1 y 3 se puede reconocer todavía una parte de la carcasa 25 indicada de forma esquemática de la unidad de exploración 20.

Antes de describir a continuación en detalle la configuración de la disposición de detectores 27 para la exploración incremental, se explica en primer lugar la trayectoria de los rayos para la generación de las señales de exploración incrementales.

20 Los haces de rayos emitidos divergentes desde la fuente de luz 23 atraviesan en primer lugar la rejilla de emisión 26, luego llegan sobre la división incremental 12 sobre la incorporación de medición 10 y se reflejan desde allí de nuevo en la dirección de la unidad de exploración 20. En el plano de detección resulta un patrón periódico de franjas con un periodo de las franjas, que corresponde a la periodicidad de las estructuras de pantallas 29. El patrón periódico de franjas es explorado o bien registrado por medio de las estructuras de pantallas 29 y la disposición de detectores 27 y es convertido en varias señales de exploración desfasadas en función de la posición, cuando la incorporación de medición 10 y la unidad de exploración 20 se mueven relativamente entre sí.

Con respecto a la configuración concreta de la disposición de detectores 27 para la exploración incremental así como para las estructuras de pantallas periódicas dispuestas delante de ésta, a continuación se explican en primer lugar las consideraciones teóricas correspondientes.

30 En este caso, se parte de que la disposición de detectores 27 correspondiente para la exploración del patrón de franjas periódico resultante en el plano de detección está constituido por una pluralidad de elementos detectores individuales. Los elementos detectores son agrupados en varios grupos, de manera que los elementos detectores de un grupo suministran, respectivamente, señales de exploración en concordancia de fase. A través de los diferentes grupos se generan señales de exploración con diferentes relaciones de fases, típicamente están previstos tal vez $N = 4$ grupos, a través de los cuales se pueden generar cuatro señales de exploración desfasadas 90° , respectivamente.

En principio, se ha revelado como ventajoso que para una disposición de detectores 27 de este tipo se cumplan los siguientes criterios de dimensionado i) – iv):

- i) Las sumas de las superficies de los elementos detectores de un grupo son idénticas con las sumas de las superficies de los elementos detectores de cada uno de los otros grupos.
- 40 ii) El centro de gravedad de las superficies de los elementos detectores de un grupo es idéntico con el centro de gravedad de los elementos detectores de cada uno de los otros grupos.
- iii) Por lo demás, se ha revelado que es ventajoso que los diferentes grupos de elementos detectores poseen, además, componentes iguales del segundo momento de sensibilidad de las superficies.
- 45 iv) Además, resulta una disposición de detectores de nuevo optimizada, cuando los diferentes grupos de elementos detectores poseen, además, los mismos valores de otros momentos de sensibilidad superficial.

Matemáticamente, se pueden representar estas condiciones para la configuración de la disposición de detectores de la siguiente manera:

Sea:

$$50 \quad S_i(x, y) \begin{cases} S_0(R) & \text{en la zona de las superficies del elemento detector foto sensible de la fase } i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

en la que $S_0(R)$ indica la foto sensibilidad (sensibilidad) de las superficies del elemento detector.

Con $i = 1, 2, \dots, N$ y

$$R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

N = número de las fases de las señales.

- 5 La foto corriente, que se genera por todas las superficies foto sensibles del elemento detector, que pertenecen a una fase, da como resultado en este caso

$$IPh_i = \int^A S_i(x, y) \cdot I(x, y) \cdot MG(x, y) dA$$

en la que

$I(x, y)$ es la intensidad media de la iluminación en el lugar (x, y) ;

- 10 $MG(x, y)$ es el grado de modulación local del patrón de rayas de intensidad en el lugar (x, y) .

La foto corriente de cada fase debería ser igual.

Si se supone ahora que la foto sensibilidad $S_0(R)$ de todas las superficies del elemento detector es igual y que los elementos detectores están distribuidos radialmente de manera uniforme, entonces simplificando se puede considerar la superficie F_i de las superficies foto sensibles del elemento detector, que pertenecen a una fase. Esta superficie F_i da como resultado:

- 15

$$F_i = \int^A S_i(x, y) dA$$

con

$$20 \quad S_i(x, y) \begin{cases} S_0(R) & \text{en la zona de los foto elementos que pertenecen a } i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

El objetivo es alcanzar la igualdad de las superficies para los elementos detectores de las diferentes fases, es decir:

$$F_1 = F_2 = \dots = F_N$$

Las coordenadas xS_i, yS_i del centro de gravedad de las superficies de los elementos detectores, que pertenecen a una fase, se definen a través de

$$xS_i = \frac{1}{F_i} \int^A x \cdot S_i(x, y) dA$$

$$25 \quad yS_i = \frac{1}{F_i} \int^A y \cdot S_i(x, y) dA$$

Idealmente, las coordenadas de los centros de gravedad de las superficies de los elementos detectores de un grupo son idénticas con los centros de gravedad de las superficies de los elementos detectores de cada uno de los otros grupos:

$$xS_1 = xS_2 = \dots = xS_N,$$

- 30 $yS_1 = yS_2 = \dots = yS_N,$

Los componentes independientes del segundo momento de sensibilidad superficial se definen por

$$Q_{xx_i} = \int^A (3x^2 - (x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

$$Q_{yy_i} = \int^A (3y^2 - (x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

$$Q_{xy_i} = \int^A (3xy) \cdot S_i(x, y) dA$$

Como se ha mencionado anteriormente, resulta una nueva optimización de la disposición de detectores cuando los momentos de sensibilidad superficial del segundo momento para cada fase de la señal son iguales:

$$Q_{xx_1} = Q_{xx_2} = \dots = Q_{xx_N}$$

$$Q_{yy_1} = Q_{yy_2} = \dots = Q_{yy_N}$$

$$Q_{xy_1} = Q_{xy_2} = \dots = Q_{xy_N}$$

- 5 Los componentes independientes del tercer momento de sensibilidad superficial se definen por

$$O_{xxx_i} = \int^A (5x^3 - 3x(x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

$$O_{yyy_i} = \int^A (5y^3 - 3y(x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

$$O_{xxy_i} = \int^A (5x^2y - y(x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

$$O_{xyy_i} = \int^A (5xy^2 - x(x^2 + y^2)) \cdot S_i(x, y) dA$$

En una forma de realización ventajosa, también los componentes del tercer momento de sensibilidad superficial para cada fase de la señal son iguales:

$$O_{xxx_1} = O_{xxx_2} = \dots = O_{xxx_N}$$

10 $O_{yyy_1} = O_{yyy_2} = \dots = O_{yyy_N}$

$$O_{xxy_1} = O_{xxy_2} = \dots = O_{xxy_N}$$

$$O_{xyy_1} = O_{xyy_2} = \dots = O_{xyy_N}$$

Por último, en el caso ideal, la disposición de detectores está configurada de tal forma que también otros momentos de sensibilidad superficial más elevados para cada fase de la señal son iguales.

- 15 La disposición de detectores 27 representada en la figura 3 cumple, en principio, los criterios de dimensionado i) – iii) mencionados anteriormente; resultaría de nuevo una optimización cuando también se cumple el criterio de dimensionado iv). Una configuración mínima de una disposición de detectores 127, que cumple los criterios de dimensionado i) – iii) se muestra en la figura 4. Con la ayuda de la disposición de detectores 127 se ilustran a continuación los diferentes criterios de dimensionado en un ejemplo de realización simplificado.

Como ya en el ejemplo de realización de la figura 3, también en el ejemplo de la figura 4 está prevista una configuración en forma de segmento circular o bien en forma semicircular de la disposición de detectores 127; en el centro Z del círculo completo correspondiente está emplazada la fuente de luz – no representada aquí – en la unidad de exploración. Una configuración en forma de segmento circular de este tipo de la disposición de detectores se ha revelado como ventajosa en particular en instalaciones ópticas de medición de la posición, en las que además de la exploración de una división incremental sobre la incorporación de medición se realiza todavía la exploración de una marca de referencia dispuesta junto a la división incremental, como se representa tal vez en el ejemplo de realización de la figura 2. En dirección-y, a distancia de la disposición de detectores 127 se puede disponer de esta manera un detector de marca de referencia – tampoco mostrado en la figura 4 – en el plano de detección en la unidad de exploración.

En el ejemplo de la figura 4, la disposición de detectores está constituida por una pluralidad de elementos detectores 127.1 – 127.4, que están dispuestos en cuatro pistas S1 – S4 concéntricamente en forma semicircular alrededor de un centro Z. Por cada pista S1 – S4 están previstos, respectivamente, 16 elementos detectores 127.1 – 127.4 en forma de segmento circular. En la figura se representan idénticos aquellos elementos detectores 127.1- 127.4, que pertenecen a un grupo y que registran las señales de exploración, por consiguiente, en consonancia de fase. Los elementos detectores de un primer grupo son designados en este caso con el número de referencia 127.1, los elementos detectores de un segundo grupo son designados con el número de referencia 127.2, los elementos detectores de un tercer grupo son designados con el número de referencia 127.3 y los elementos detectores de un cuarto grupo son designados con el número de referencia 127.4. Por cada pista S1 – S4 están emplazados, como se deduce a partir de la figura 4, respectivamente, cuatro elementos detectores 127.1 – 127.4 de cada grupo; las superficies de los elementos detectores 127.1 – 127.4 dentro de una pista se seleccionan idénticas, respectivamente.

En virtud de esta configuración de la disposición de detectores 127 se cumple para ésta, por consiguiente, el criterio de dimensionado i) descrito anteriormente. Es decir, que la suma de las superficies de los elementos detectores 127.1 – 127.4 de un grupo es idéntica a la suma de las superficies de los elementos detectores 127.1 – 127.4 de cada uno de los otros grupos.

Para cumplir el criterio de dimensionado ii) mencionado anteriormente con respecto a las posiciones de los centros de gravedad de las superficies 127.1 – 127.4 de los diferentes grupos, está prevista una disposición determinada de los elementos detectores 127.1 – 127.4 de los diferentes grupos dentro de la disposición de detectores 127. Ésta está seleccionada de tal forma que resulta un centro de gravedad común de las superficies S de los elementos detectores en el lugar indicado en el plano de detección.

También el criterio de dimensionado iii) se cumple en el ejemplo de realización simplificado representado de una disposición detectores para la disposición óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención. Esto significa que los diferentes grupos de elementos detectores poseen, además, valores iguales para los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial.

La figura 5 muestra una vista parcial de la disposición de detectores de la figura 3, en la que adicionalmente a los elementos detectores 27.1 – 27.4 para las diferentes fases de las señales de exploración generadas de esta manera, se representan las estructuras de pantallas 29, que se disponen delante de las superficies foto sensibles de los elementos detectores 27.1 – 27.4 en la trayectoria de los rayos de exploración. En el ejemplo de realización de las figuras 1 a 3, las estructuras de pantallas 29 están previstas, como se ha mencionado anteriormente, sobre el lado inferior de la placa de exploración 24 y están constituidas por zonas 29.1 transparentes y zonas opacas 29.2 dispuestas alternando en la dirección de medición x. En la figura 5, las zonas rectangulares estrechas representan las zonas transparentes 29.1, que están dispuestas periódicamente con la periodicidad P_D a lo largo de la dirección de medición x. La periodicidad P_D con respecto a la disposición de las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29 es menor que la dilatación de los elementos detectores 27.1 – 27.4 individuales en la dirección de medición x. Las zonas restantes 29.2 de las estructuras de pantallas 29 están configuradas opacas.

Las zonas 29.1 transparentes de las estructuras de pantallas 29 poseen en la dirección de medición x típicamente una anchura d de acuerdo con $d = \frac{1}{2} \cdot P_D$ o, en cambio, $d = \frac{1}{3} \cdot P_D$, indicando P_D la periodicidad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas. La segunda variante mencionada, es decir, una anchura $d = \frac{1}{3} \cdot P_D$ permite, además, una buena filtración de terceros armónicos no deseados, que están contenidos, en general, en el patrón de franjas.

De manera alternativa a la disposición de las estructuras de pantallas sobre el lado inferior de la palca de exploración se puede prever también en el marco de la presente invención configurar las estructuras de pantalla como capa de metalización con zonas transparentes correspondientes directamente sobre los elementos detectores.

Se puede conseguir una nueva optimización de la instalación óptica de medición de la posición cuando los criterios de dimensionado i), ii) y, dado el caso, iii) mencionados anteriormente no sólo se aplican sobre las superficies de los elementos detectores 27.1 – 27.4 de la disposición de detectores, sino que se aplican adicionalmente también sobre

las estructuras de pantallas 29 dispuesta delante de los elementos detectores 27.1 – 27.4, es decir, tal vez sobre las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29.

5 Con respecto al criterio de dimensionado i), esto significa que la suma de las superficies de las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29, que están asociadas a un grupo de elementos detectores 27.1 – 27.4, es idéntica con la suma de las superficies de las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29, que están asociadas a cada uno de los grupos de elementos detectores 27.1 – 27.4

10 Con respecto al criterio de dimensionado ii), la configuración de las estructuras de pantallas 29 se realiza de tal forma que los centros de gravedad de las superficies de las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29, que están asociadas a un grupo de elementos detectores 27.1 – 27.4, son idénticos con los centros de gravedad de las superficies de las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantalla 29, que están asociadas a cada uno de los otros grupos de elementos detectores 27.1- 27.4.

15 Por lo demás, todavía el criterio de dimensionado iii) mencionado anteriormente se puede aplicar sobre la configuración de las estructuras de pantallas 29. Por consiguiente, está previsto que las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29, que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores 27.1 – 27.4, presentan, además, valores iguales de los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial.

Por último, es todavía posible optimizar también las estructuras de pantallas con respecto al criterio de dimensionado iv), de manera que las zonas transparentes 29.1 de las estructuras de pantallas 29, que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores 27.1 – 27.4, presentan, además, valores iguales de todos los otros momento de sensibilidad superficial.

20 La figura 6 muestra una vista parcial de la disposición de detectores 27 de la figura 3, a saber, la zona de la disposición de detectores 27 en el extremo izquierdo de la disposición de forma semicircular; no se representan en esta figura las estructuras de pantallas dispuestas delante de los elementos detectores 27.1 – 27.4. Con la ayuda de la figura 6 debe explicarse cómo se realiza el contacto eléctrico de los elementos detectores 27.1 – 27.4 en la disposición de detectores 27 de la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención. Así, por ejemplo, por una parte, está previsto conectar los elementos detectores 27.1 – 27.4, que pertenecen a un grupo común, a través de conexiones de contacto 27.1a – 27.4b de forma conductora de electricidad entre sí. Como se deduce a partir de la figura 6, las conexiones de contacto 27.1a – 27.4b se extienden en este caso en la disposición de detectores 27, que está constituida por varias pistas concéntricas de forma semicircular con elementos detectores 27.1 – 27.4 diagonalmente pista a pista. Las conexiones de contacto 27.1a – 27.4b se configuran por zonas dotadas de forma adecuada entre los elementos detectores 27.1 – 27.4 dentro de la disposición de sensores 27. En la disposición de detectores 27 no son necesarias, por consiguiente, conexiones de contacto que se extienden como bandas de conductores metálicos, dado el caso, sobre los elementos detectores 27.1 – 27.4 y que conducirían a sombras desfavorables y a interferencias de las señales a través de diafonía capacitiva.

35 Por lo demás, a partir de la figura 6 se puede deducir cómo se conectan los elementos detectores 27.1 – 27.4 de los diferentes grupos con elementos de procesamiento de señales conectados a continuación – no representados -. Esto se realiza a través de conexiones de contacto 27.1b – 27.4b, que conectan los elementos detectores 27.1 – 27.4 en los cantos extremos de la disposición de detectores 27 en forma de segmento circular con elementos de procesamiento de señales conectados a continuación.

40 A continuación se explica con la ayuda de la figura 7 una disposición de detectores 27, que es adecuada para otra forma de realización de la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención.

En el caso de una instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención, la división incremental explorada está configurada de manera conocida en sí en forma de anillo circular o bien como división radial sobre un disco parcial. La dirección de medición x se extiende en este caso a lo largo de la periferia circular, los dos objetos móviles en sentido contrario giran alrededor del eje del círculo.

45 La disposición de detectores 27 representada en la figura 3 se puede utilizar ahora, en principio, también para la exploración de una división radial; en el diseño de la disposición de detectores 27 no son necesarias modificaciones esenciales, es decir, que ésta se configura de acuerdo con los criterios de dimensionado descritos anteriormente. Solamente la configuración o bien la disposición de las estructuras de pantallas 129 sobre las superficies foto sensibles de los elementos detectores debe adaptarse para este caso de aplicación. Así, por ejemplo, en el caso de la configuración rotatoria de la instalación óptica de medición de la posición está previsto que las estructuras de pantallas 129 se dispongan, dependiendo de una función de ponderación solamente sobre una parte de los elementos detectores de la disposición de detectores 27. Como ya se ha explicado anteriormente, las estructuras de pantallas 129 tanto pueden estar configuradas como rejillas sobre el lado inferior de una placa de exploración o , en cambio, como capa de metalización con zonas transparentes sobre los elementos detectores.

55 Como se deduce a partir de la figura 7, en el ejemplo representado para una aplicación rotatoria, las estructuras de pantallas 129 solamente están dispuestas sobre elementos detectores de la disposición de detectores 27, que

5 forman conjuntamente de manera aproximada una zona cuadrada 130; en la figura se indican en este caso sólo de forma muy esquemática las estructuras de pantallas 129. Solamente los elementos detectores de la disposición de detectores 27 dispuesta en esta zona cuadrada 130 con las estructuras de pantallas 129 dispuestas delante contribuyen a la obtención de la señal. También las estructuras de pantallas 129 previstas solamente en esta zona 130 están configuradas de acuerdo con los criterios descritos anteriormente. A diferencia de la disposición de medición lineal explicada anteriormente, en el caso rotatorio, las zonas transparentes de las estructuras de pantalla no presentan secciones transversales rectangulares, sino secciones transversales trapezoidales.

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

10 Cuando, por ejemplo, no debe explorarse ninguna marca de referencia dispuesta adyacente a la división incremental, manteniendo los criterios de dimensionado descritos para la disposición de detectores y, dado el caso, para las estructuras de pantallas puede encontrar aplicación también una disposición de los detectores de forma circular en la instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la invención.

15

REIVINDICACIONES

1.- Instalación óptica de medición de la posición para la detección de la posición de dos objetos móviles relativamente entre sí a lo largo de al menos una dirección de medición (x) con

- 5 - una incorporación de medición (10), que está conectada con uno de los dos objetos y comprende una división incremental (12) que se extiende en la dirección de medición (x),
- una unidad de exploración (20), que está conectada con el otro de los dos objetos y comprende una fuente luminosa (23), una o varias rejillas así como una disposición de detectores (27; 127), en la que
- 10 - la disposición de detectores (27; 127) está constituida por varios grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) dispuestos en un plano de detección, a través de los cuales se pueden generar en el caso del movimiento relativo de los dos objetos a partir de la exploración de un patrón de franjas periódico que resulta en el plano de detección varias señales de exploración desfasadas, en función de la posición y los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) con señales de exploración en concordancia de fase, respectivamente, un grupo,
- 15 - la suma de las superficies de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de un grupo es idéntica con la suma de las superficies de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de cada uno de los otros grupos y
- el centro de gravedad de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de un grupo es idéntico con el centro de gravedad de las superficies de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de cada uno de los otros grupos y
- 20 - delate de las superficies foto sensibles de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) están dispuestas unas estructuras de pantallas periódicas (29; 129) y
- las estructuras de pantallas periódicas (29; 129) están constituidas por zonas transparentes y zonas opacas dispuestas alternando al menos en la dirección de medición, cuya periodicidad es menor que la dilatación de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) en la dirección de medición (x).

25 2.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que

- la suma de las superficies de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociadas a un grupo de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) es idéntica con la suma de las superficies de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociadas a cada uno de los otros grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4), y
- 30 - los centros de gravedad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociados a un grupo de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4), son idénticos con los centros de gravedad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociados a cada uno de los otros grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4).

3.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, en la que

- 35 - los diferentes grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) presentan, además, los mismos valores de los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial, y
- las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4), presentan valores iguales de los tres componentes del segundo momento de sensibilidad superficial.

40 4.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 3, en la que

- los diferentes grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) presentan, además, valores iguales de todos los otros momentos de sensibilidad superficial y
- las zonas transparentes de las estructuras de pantallas (29; 129), que están asociadas a diferentes grupos de elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4), presentan, además, valores iguales de todos los otros momentos de sensibilidad superficial.
- 45

5.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que

- las estructuras de pantallas (29; 129) están configuradas sobre una placa de exploración (24) y la placa de exploración (24) está dispuesta por encima de la disposición de detectores (27; 127) en la unidad de

exploración (20) o

- las estructuras de pantallas están configuradas como capa de metalización con zonas transparentes sobre los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4).

5 6.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la dilatación de las estructuras de pantallas (29; 129) en la dirección de medición (x) se selecciona según $d = 1/2 \cdot P_D$ o según $d = 1/3 \cdot P_D$, siendo d = anchura de las estructuras de pantallas en la dirección de medición x, P_D = periodicidad de las zonas transparentes de las estructuras de pantallas.

10 7.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en la que las estructuras de pantallas (129) están dispuestas dependiendo de una función de ponderación solamente sobre una parte de los elementos detectores (127.1 – 127.4).

8.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 7, en la que las estructuras de pantallas (29) solamente pueden estar dispuestas sobre elementos detectores (127.1 – 125.4) de la disposición de detectores (127), que forman conjuntamente aproximadamente una zona cuadrada.

15 9.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en la que la disposición de detectores (27; 127) puede estar configurada en forma de un segmento circular y puede comprender varios sectores circulares, en los que están dispuestos, respectivamente, varios elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) en varias pistas (S1 – S4) en forma de anillo circular radialmente adyacentes.

10.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la disposición de detectores (27; 127) se puede configurar en este caso en forma de semicírculo.

20 11.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en la que los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de pistas vecinas, que generan señales de exploración en concordancia de fase, están conectados eléctricamente entre sí a través de conexiones de contacto (27.1a, 27.2a, 27.3a, 27.4a) que se extienden diagonalmente.

25 12.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en la que los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) de un grupo pueden estar conectados en los cantos extremos de las disposiciones de detectores (27; 127) en forma de segmento circular a través de conexiones de contacto (27.1b, 27.2b, 27.3b, 27.4b) con elementos de procesamiento de señales dispuestos a continuación.

30 13.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la disposición de detectores (27; 127) está dispuesta adyacente a la fuente luminosa (23) en la unidad de exploración (20), estando dispuesto en el plano de detección un diodo de protección (22.1), que rodea cerrado la fuente luminosa (23).

14.- Instalación óptica de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 9, en la que la configuración geométrica de la pista (S4) radialmente más interna de los elementos detectores (27.1 – 27.4; 127.1 – 127.4) se desvía de la configuración geométrica de la pista (S3) adyacente en dirección radial.

FIG. 1

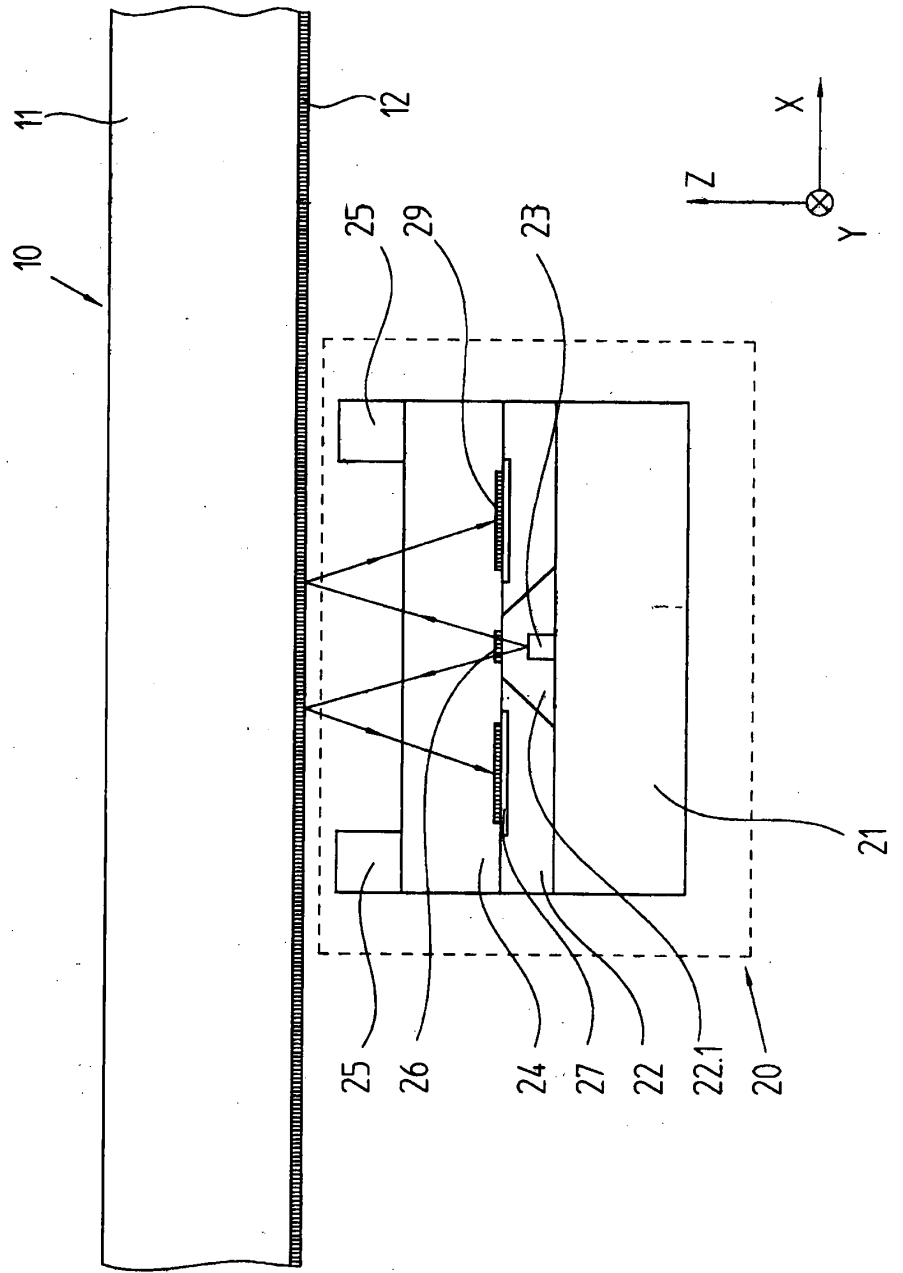


FIG. 2

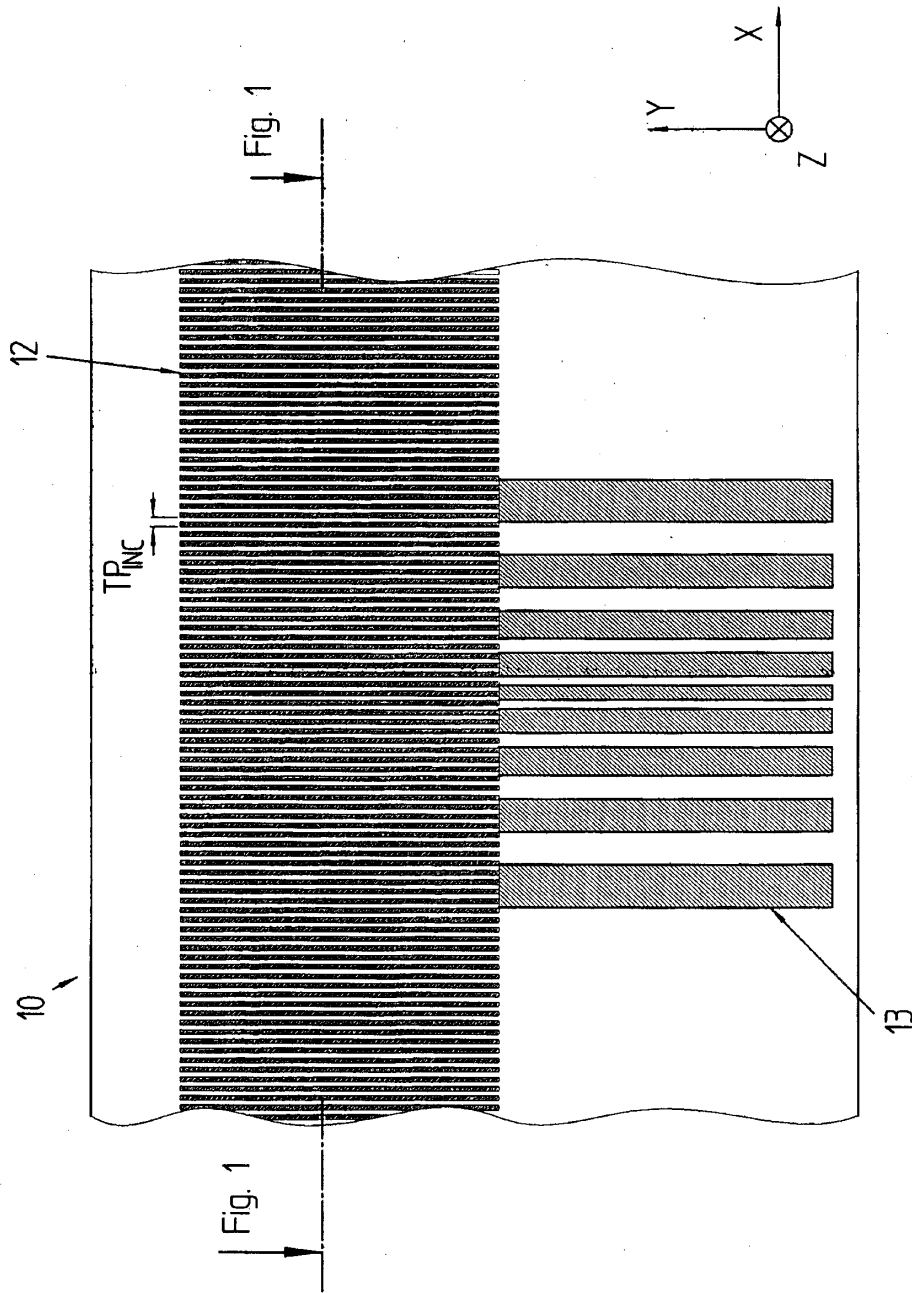


FIG. 3

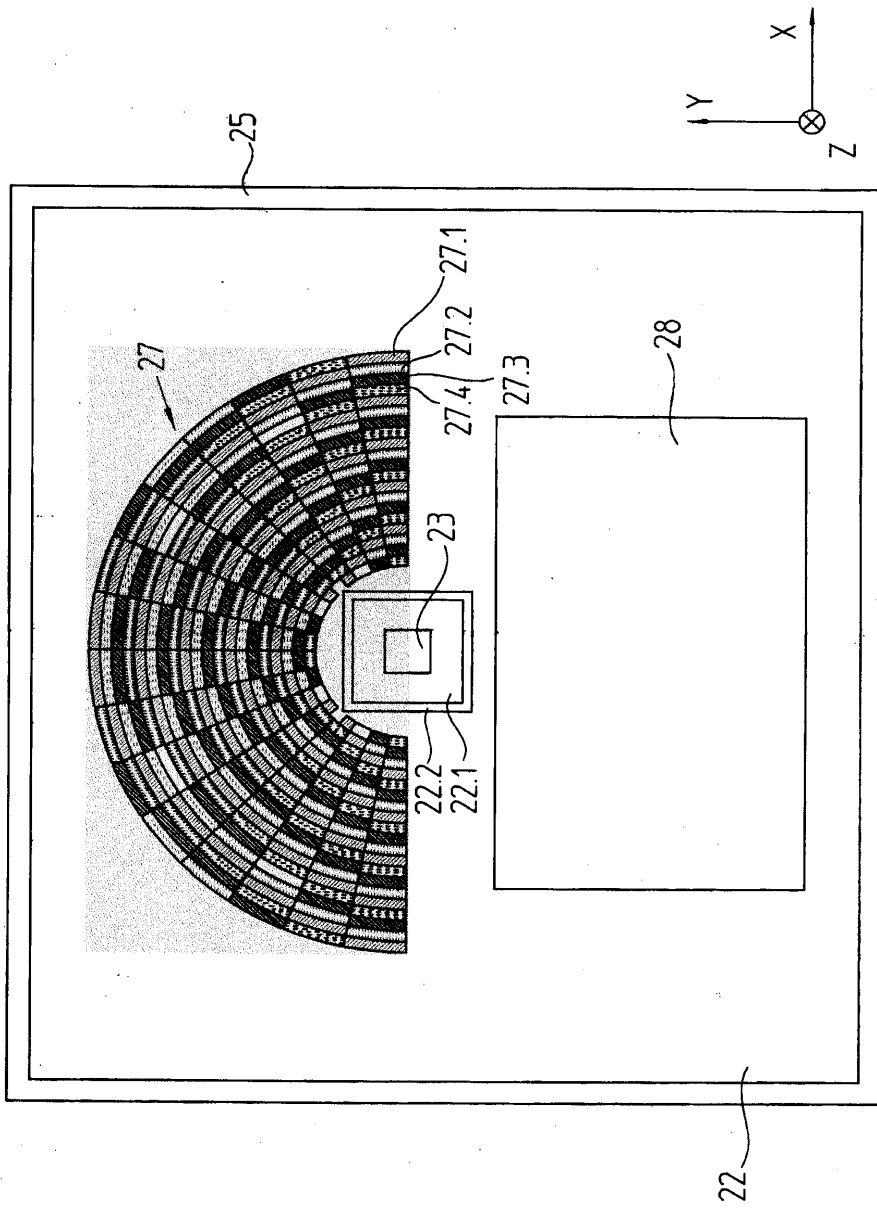
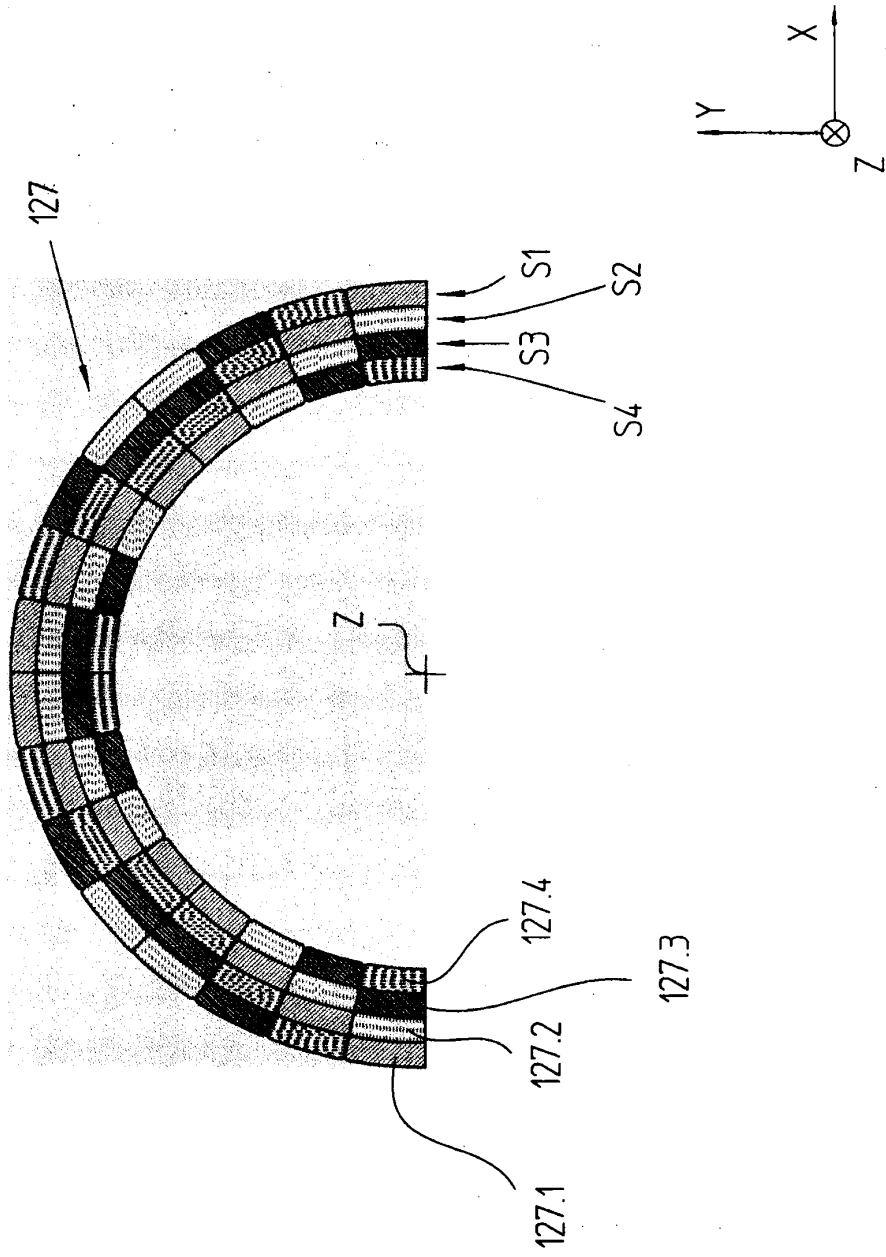


FIG. 4



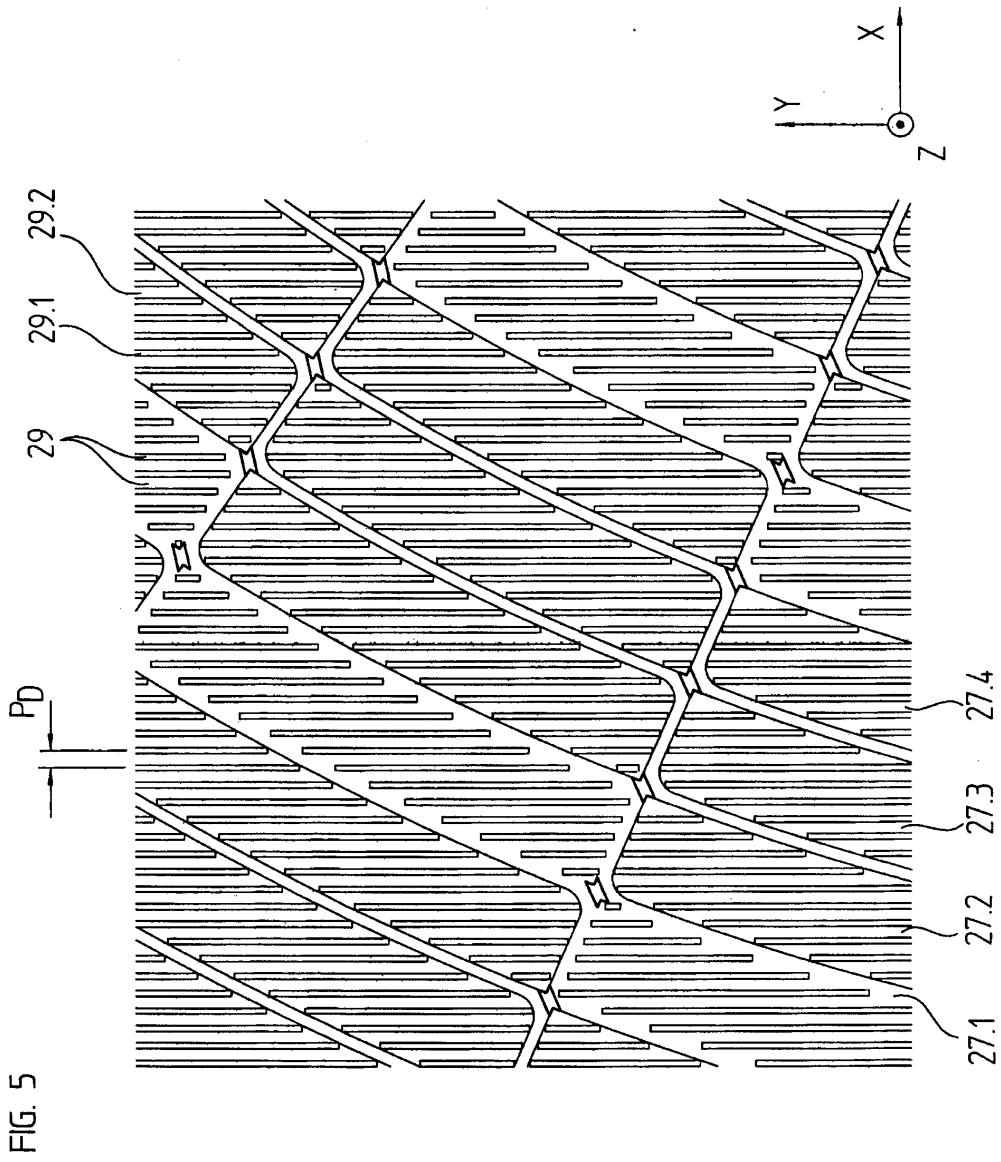


FIG. 6

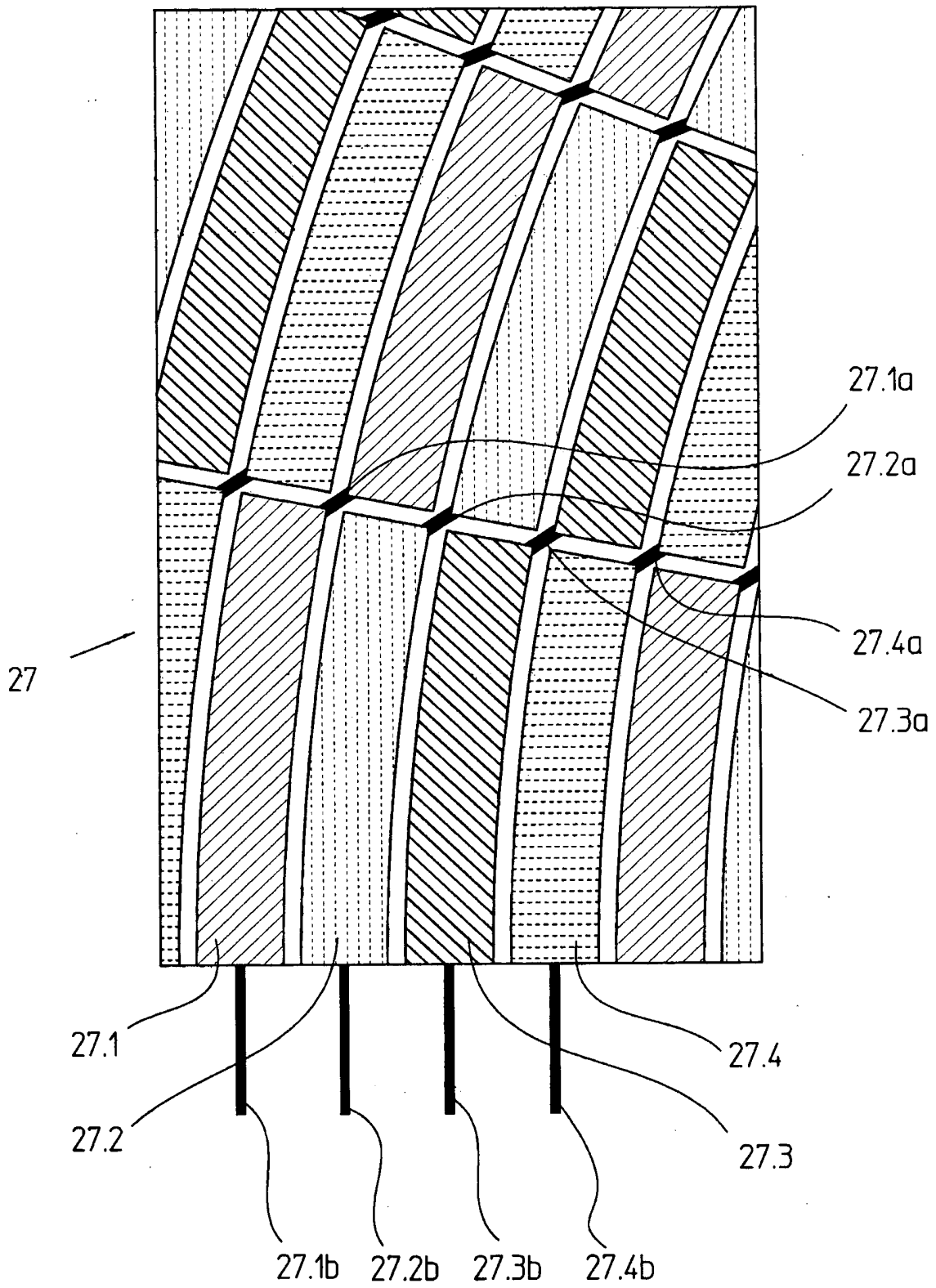


FIG. 7

