

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 562 238**

(51) Int. Cl.:

**G01D 5/245** (2006.01)

**G01D 5/347** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2006 E 06002322 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 1691172**

(54) Título: **Dispositivo de medición de la posición**

(30) Prioridad:

**11.02.2005 DE 102005006247**

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

**03.03.2016**

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

**SCHOSER, JÜRGEN;  
HERMANN, MICHAEL y  
HOLZAPFEL, WOLFGANG**

(74) Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 562 238 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 de medición de la posición

La presente invención se refiere a un dispositivo de medición de la posición, que es adecuado para la generación de señales de exploración dependientes de la posición, en particular para la generación de al menos una señal de impulso de referencia.

Los dispositivos de medición de la posición conocidos suministran, además de señales incrementales con respecto al desplazamiento relativo de dos partes móviles entre sí, en general, también señales de impulsos de referencia en una o varias posiciones de referencia definidas. A través de las señales de impulsos de referencia se puede deducir en una posición relativa definida de las partes móviles entre sí, que están conectadas con una unidad de exploración y con la escala del dispositivo de medición de la posición, una referencia absoluta exacta durante la medición de la posición a realizar, por lo demás, de forma relativa. En los elementos móviles entre sí se puede tratar, por ejemplo, de la pieza de trabajo así como de la herramienta de una máquina herramienta controlada numéricamente.

Con respecto a la disposición de las marcas de referencia sobre el lado de la escala existen ahora una serie de posibilidades conocidas. Así, por ejemplo, éstas se pueden disponer sobre la escala lateralmente adyacentes a la pista de la división incremental. Sin embargo, en esta variante es problemático, en principio, que en el caso de una rotación o bien desajuste eventual de la escala y de la unidad de exploración alrededor de un eje perpendicularmente al plano de la escala o al plano de exploración, no se garantiza ya, dado el caso, la asociación exacta de la señal de impulso de referencia resultante a un periodo determinado de las señales incrementales. Para eludir esta problemática, se conoce, por ejemplo, a partir del documento US 3.985 448, integrar una o varias marcas de referencia en la pista de la división incremental sobre la escala. A tal fin, se pueden omitir en la posición de referencia deseada a lo largo del trayecto de medición en la división incremental, por ejemplo, uno o varios trazos de la pista de división incremental periódica.

Con referencia al principio de exploración física, en las instalaciones de medición de la posición se distingue entre sistemas con y sin óptima de colimación delante de la fuente de luz utilizada. Si no se emplea ninguna óptica de colimación, entonces se habla normalmente de una iluminación divergente. Tales instalaciones de medición de la posición son ventajosas especialmente con respecto a una estructura general compacta.

A partir de las publicaciones WO 99/08074, EP 0 887 625 A2 y WO 02/065061 A1 se conocen ahora ya soluciones, para generar en dispositivos de medición de la posición con iluminación divergente una señal de impulso de referencia, que resulta a partir de la exploración de una marca de referencia, que ha sido integrada en la pista de división incremental sobre la escala.

Las variantes propuestas en estas publicaciones para la generación de una señal de impulso de referencia se han revelado, sin embargo, como no óptimas todavía con respecto a una eficiencia lo más grande posible en la generación de señales de impulsos de referencia, una interferencia reducida de las señales incrementales o bien una eliminación lo más amplia posible de la influencia de las señales incrementales generadas sobre la señal de impulso de referencia.

La eliminación de la influencia perturbadora de las señales incrementales sobre una señal de impulso de referencia, que resulta a partir de la exploración de una marca de referencia integrada en la pista de división incremental, se conoce, además, a partir del documento WO 99/08074 A1 así como a partir del documento EP 0 896 206 A2. Sin embargo, las soluciones propuestas allí se han revelado todavía como no ideales especialmente para instalaciones de medición de la posición, que no utilizan óptica de colimación.

Por lo tanto, el cometido de la presente invención es indicar un dispositivo de medición de la posición, que no posee ninguna óptica de colimación y posibilita una generación fiable de una señal de impulso de referencia a partir de la exploración de una pista de división incremental, en la que está integrada una marca de referencia. La generación de la señal incremental debería ser perturbada en este caso en la menor medida posible.

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

Otras formas de realización ventajosas del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, ahora está prevista una configuración de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia con la finalidad de que ésta actúe como filtro pasabanda sobre el patrón de franjas que resulta en el plano de detección, que está modulado en la amplitud en la posición de referencia para generar de esta manera una señal de impulso de referencia de la anchura deseada.

La actuación de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia como filtro pasabanda tiene como

consecuencia que a partir de la señal modulada en la amplitud en el plano de detección se elimina la frecuencia básica de la división incremental explorada incluyendo su armónico superior de la misma manera que una porción de la señal, que se modifica sólo de manera relativamente lenta. Las porciones de la señal con frecuencias en un intervalo aproximadamente en torno a la mitad de la frecuencia básica de la señal incremental se acumulan, en

- 5 cambio, en gran medida no delimitadas para la generación de una señal de impulso de referencia con la anchura deseada. A partir de la señal de exploración detectada se elimina por filtración de esta manera en último término una banda de frecuencia apropiada para la generación de la señal de impulso de referencia.

En una forma de realización posible, una de, dado el caso, varias unidades de detector de la señal de impulso de referencia comprende tres elementos detectores de la señal de impulso de referencia, que están posicionados entre 10 sí, por una parte, de una manera geométrica definida y, por otra parte, se conectan de manera adecuada, para generar la señal de impulso de referencia adecuada. Con preferencia, se prevén en este caso, además de un elemento detector de la señal de impulso de referencia dispuesto en el centro dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos simétricos en la dirección de medición, que generan con respecto a la pista incremental, respectivamente, señales de exploración desplazadas en un múltiplo simultáneo de  $360^\circ$  con relación al 15 elemento detector de la señal de impulso de referencia dispuesto en el centro. Está previsto conectar en diferencia, por una parte, el elemento detector de la señal de impulso de referencia dispuesto en el centro y, por otra parte, los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos simétricamente a él. La señal diferencial resultante en último término representa la señal de impulso de referencia.

20 En una forma de realización ventajosa de la presente invención, se selecciona la anchura del elemento detector de la señal de impulso de referencia dispuesto en el centro el doble que la anchura de uno de los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos simétricamente al mismo.

Sobre lados de la escala o bien en la pista de división incremental se realiza la disposición aperiódica de zonas 25 raciales, que representa la marca de referencia integrada, con preferencia a través de la inserción de al menos un llamado campo claro. El campo claro interfiere en este caso en la periodicidad de la pista de división incremental y está constituido en un sistema de incidencia de la luz por una zona parcial de elevada reflexividad o bien en un sistema as trasluz por una zona parcial de transparencia elevada.

30 En una forma de realización posible, la anchura del campo claro en la dirección de medición se selecciona con preferencia 1,5 veces mayor que el periodo de división de la pista de división incremental. Esto se consigue porque una zona parcial originalmente opaca se convierte en una zona reflectante o bien transparente. Esto representa la modificación mínima posible de la periodicidad de la pista de división incremental, en la que se garantiza al mismo tiempo una generación fiable del impulso de referencia. En otra forma de realización, se puede seleccionar la anchura del campo claro en la dirección de medición también el doble que el periodo de división de la pista de división incremental.

35 La distancia del campo claro con respecto a una zona de división vecina de reflexividad elevada y de transparencia elevada es con preferencia 1,5 veces el periodo de división de la pista de división incremental.

40 En otra forma de realización ventajosa, una marca de referencia comprende en una posición de referencia del recorrido de medición varios campos claros integrados en la pista de división incremental. La distribución espacial de los campos claros se selecciona en este caso de tal forma que la auto-correlación de la distribución de los mismos da como resultado una señal útil o bien señal de impulso de referencia máxima. De manera similar a ello, sobre el lado de la unidad de exploración está previsto disponer dentro de la disposición de detectores varias 45 unidades de detectores de la señal de impulso de referencia distanciados entre sí. Éstos están configurados con preferencia idénticos. Una forma de realización de este tipo se ha revelado ventajosa para el incremento de la eficiencia o bien de la porción útil de la señal de impulso de referencia a generar. En particular, resulta una insensibilidad mayor frente a diferentes interferencias de la señal, como contaminaciones de la escala, tolerancias de la posición de la fuente de luz, etc.

50 En otra forma de realización está previsto configurar en la pista de división incremental como marca de referencia al menos dos campos claros. En el lado de la exploración están previstas al menos dos unidades de detectores de la señal de impulso de referencia, que están constituidas en cada caso por dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia distanciados en la dirección de medición. Éstos detectan señales de exploración desplazadas, respectivamente,  $180^\circ$  entre sí. Los elementos detectores de la señal de impulso de referencia con diferentes 55 posiciones de las fases están conectados de nuevo entre sí en la diferencia, de manera que la señal diferencial representa la señal de impulso de referencia. En la dirección de medición está prevista la secuencia de elementos detectores de la señal de impulso de referencia de fases diferentes, de tal manera que éstos se disponen en secuencia alterna de unidad de detector a unidad de detector para conseguir el promedio de la señal de impulso de referencia resultante.

Las diferentes medidas de acuerdo con la invención se pueden realizar en combinación con diferentes fuentes de luz. Así, por ejemplo, como fuente de luz puede funcionar una fuente de luz puntual en forma de un VCSEL (laser

emisor de superficie de cavidad vertical). Además, es posible, sin embargo, emplear también una fuente de luz dilatada en el espacio, por ejemplo un LED. En el último caso, se ha revelado que es ventajoso disponer en la trayectoria de los rayos de exploración delante de la fuente de luz una división de rejilla esencialmente periódica con zonas de división transparentes y opacas. Éstas funcionan entonces de manera conocida, por decirlo así, como división de emisión. Para asegurar la generación de una señal de impulso de referencia a partir de la marca de referencia integrada en la división incremental, sobre lados de la división de emisión hay que sintonizar de la misma manera una zona espacial determinada a la marca de referencia y configurar una estructura de división aperiódica correspondiente. Esto se puede realizar, por ejemplo, de tal forma que en la zona de la estructura de división por lo demás aperiódica de la división de emisión no está presente al menos una de las zonas de división transparentes u opacas.

Las diferentes medidas de acuerdo con la invención se pueden realizar evidentemente tanto en conexión con dispositivos de medición de la posición lineales como también con dispositivos de medición de la posición rotatorios. Además, de acuerdo con la invención se pueden configurar dispositivos de medición de la posición que son accionados al trasluz o, en cambio, con luz incidente.

15 Otras ventajas y detalles de la presente invención resultan a partir de la descripción siguiente de ejemplos de realización con la ayuda de las figuras adjuntas. En este caso:

La figura 1 muestra una representación en perspectiva muy esquemática de un ejemplo de realización del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención.

20 La figura 2a muestra una vista en planta superior esquemática sobre una parte de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia de la figura 1 en conexión con la señal incremental generada.

La figura 2b muestra una representación de la parte real de la función de filtro para la unidad de detector de la señal de impulso de referencia de la figura 2a que actúa como filtro pasabanda.

Las figuras 3a – 3c muestran, respectivamente, una parte de una rejilla de emisión, de la escala correspondiente y de la disposición de detector de otro ejemplo de realización.

25 Las figuras 4a – 4c muestran, respectivamente, diferentes señales correspondientes para el ejemplo de las figuras 3a – 3c.

Las figuras 5a - 5c muestran, respectivamente, una parte de la rejilla de emisión, de la escala correspondiente y de la disposición de detector de otro ejemplo de realización.

30 Las figuras 6a – 6c muestran, respectivamente, diferentes señales correspondientes para el ejemplo de las figuras 5a – 5c.

Las figuras 7a – 7c muestran, respectivamente, una parte de una rejilla de emisión, de la escala correspondiente y de la disposición de detector de otro ejemplo de realización.

Las figuras 8a – 8c muestran, respectivamente, diferentes señales correspondientes para el ejemplo de las figuras 7a – 7c.

35 Las figuras 9a - 9c muestran, respectivamente, una parte de la rejilla de emisión, de la escala correspondiente y de la disposición de detector de un dispositivo óptico de medición de la posición.

Las figuras 10a - 10c muestran, respectivamente, una parte de la rejilla de emisión, de la escala correspondiente y de la disposición de detector de un dispositivo óptico de medición de la posición.

40 Un primer ejemplo de realización de un dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención se muestra de forma muy esquemática en la figura 1 en una representación en perspectiva. Este ejemplo de realización está configurado en este caso como dispositivo de medición de la posición lineal, que es accionado con luz incidente.

45 El dispositivo de medición de la posición representado en la figura 1 comprende una escala 10 así como una unidad de exploración 20, que están dispuestas móviles entre sí en una dirección de medición x. La escala 10 y la unidad de exploración 20 están unidas con dos objetos móviles entre sí, cuya posición relativa entre sí es detectable. En estos objetos se puede tratar, por ejemplo, de partes de máquinas en una máquina herramienta. El dispositivo de medición de la posición suministra en el lado de salida, en función de la posición, unas señales de exploración, que son alimentadas a una electrónica siguiente, tal vez a un control numérico de máquina herramienta. Desde la electrónica siguiente son procesadas las señales de exploración para el control de las máquinas de manera conocida.

50 La escala 10 del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención comprende una pista de división

- incremental 11, que se extiende en la dirección de medición x. La pista de división incremental 11 está constituida en el ejemplo representado por una disposición esencialmente periódica en la dirección de medición x de zonas de división 12a, 12b con diferentes propiedades de reflexión. En este caso, se designan a continuación, entre otras cosas, también como campos oscuros, las zonas de división 12b poseen una reflexividad alta y se designan a continuación como campos claros. Con la excepción de la al menos una marca de referencia REF, la disposición de las zonas de división 12a, 12b o bien de los campos claros y campos oscuros es periódica con el periodo de división incremental  $TP_M$ . En la zona de una posición de referencia  $x_{REF}$  a lo largo del trayecto de medición, una marca de referencia REF está integrada en la pista de división incremental 11. La marca de referencia REF está constituida por una disposición aperiódica de zonas de división 12a, 12b, que se desvía de la disposición por lo demás periódica de la misma. A través de la marca de referencia REF se introduce de acuerdo con ello una interferencia limitada localmente en la estructura por lo demás regular de la pista de división incremental 11; en una forma de realización ventajosa, por ejemplo, se introducen una o varias zonas de división 12b o bien campos claros en la pista de división incremental periódica 11. Con respecto a otros detalles sobre la configuración concreta de marcas de referencia REF adecuadas y las señales de impulsos de referencia que resultan de ello se remite a la descripción siguiente.
- 15 A partir de la exploración de la marca de referencia REF se genera en el desarrollo de la medición de la posición por lo demás puramente incremental una señal de impulso de referencia, que es evaluada por la electrónica siguiente de manera conocida y posibilita la fabricación de una referencia absoluta en la determinación de la posición.
- 20 La unidad de exploración 20 móvil con relación a la escala 10 en la dirección de medición x comprende una serie de otros componentes para la generación de las señales de exploración en función de la posición. A ello pertenece en el presente ejemplo, entre otras cosas, una fuente de luz 21, que de acuerdo con la invención no posee ninguna óptica de colimación antepuesta, una división de rejilla en forma de una división de la emisión 22 así como una disposición de detectores optoelectrónicos, que está constituida por varios elementos detectores de la señal incremental, que están dispuestos en las zonas con los signos de referencia 230a, 230b, así como varias unidades de detectores de la señal de impulso de referencia en las zonas 240a, 240b. Las zonas 230a, 230b, 240a, 240b de la disposición de detectores optoelectrónicos solamente se indican de forma muy esquemática en la figura 1, para detalles sobre las unidades de detectores emplazadas allí se remite de la misma manera a la descripción siguiente. Puesto que especialmente no está prevista ninguna óptica de colimación en la trayectoria de los rayos de exploración, sino una iluminación divergente, la unidad de exploración 20 del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención se puede configurar muy compacta.
- 25 30 Como se deduce a partir de la figura 1, la división de emisión 22 así como los elementos de la disposición de detectores optoelectrónicos están dispuestos sobre una placa de exploración 25, que está constituida, por ejemplo, por una plaquita de vidrio.
- 35 La luz emitida desde la fuente de luz 21, por ejemplo un LED, atraviesa en el ejemplo de realización en primer lugar sin realizar una colimación la división de emisión 22 dispuesta en el centro en la placa de exploración 25. A continuación, los haces de luz divergentes inciden sobre una zona determinada de la escala 10, que se designa a continuación como superficie de exploración 13. La superficie de exploración 13 está configurada elíptica en el presente ejemplo y se extiende con el eje longitudinal de la elipse en la dirección de medición x. Desde la escala (de reflexión) 10 de este ejemplo de realización se realiza la reflexión de retorno del haz de rayos en dirección a la unidad de exploración 20 o bien la placa de exploración 25. Allí se genera en el plano de detección en virtud de la interacción resultante del haz de rayos con las diferentes divisiones en la trayectoria de los rayos de exploración un patrón de franjas periódico. En el caso del movimiento relativo de la escala 10 y de la unidad de exploración se modula este patrón de franjas de manera conocida, se detecta por los elementos detectores de la disposición de detectores optoelectrónicos y se convierte en señales de exploración dependientes de la posición, que son procesadas por la electrónica siguiente.
- 40 45 Con referencia al principio de exploración, la trayectoria de los rayos de exploración del ejemplo de realización explicado corresponde a un llamado transmisor de rejilla triple con iluminación divergente, como se conoce a partir de la publicación de R. M. Pettigrew con el título "Analysis of Grating Images and its Application to Displacement Metrology" en SPIE Vol. 136, Primer Congreso Europeo sobre Óptica Aplicada a Metrología (1977), páginas 325 – 332.
- 50 55 La primera rejilla atravesada se forma en el ejemplo de la figura 1 por la división de emisión 22, la segunda rejilla representa la escala explorada 10, mientras que la tercera rejilla se forma por una configuración periódica de la disposición de detectores en forma de una disposición de detectores estructurada conocida. Una disposición de detectores estructurada de este tipo está constituida, por ejemplo, por una pluralidad de elementos detectores individuales estrechos de forma rectangular, que están dispuestos de manera que se extienden en dirección de medición x. Tales elementos detectores están conectados entre sí eléctricamente para la generación de la señal incremental, que generan a partir de la exploración del patrón de franjas proyectado encima unas señales de exploración de la misma fase. En el caso de la evaluación de cuadratura habitual están presentes cuatro grupos de señales de exploración incrementales, que presentan, respectivamente, un desfase de 90°. Con preferencia, por medio de una disposición de detectores de este tipo se realiza una llamada exploración de un campo, en la que

dentro de un periodo del patrón de franjas explorado están emplazados cuatro elementos detectores de fases diferentes. De esta manera, a partir de la exploración de un único periodo del patrón de franjas se pueden obtener todas las cuatro porciones de la señal incremental. Resulta una exploración, que ofrece especialmente ventajas con respecto a la insensibilidad a la contaminación.

- 5 Se ha revelado que es especialmente ventajoso que los elementos detectores estén configurados de silicio amorfo ( $\alpha$ -Si), puesto que en este caso se pueden realizar estructuras especialmente finas. Esto es especialmente importante en el caso de periodos de patrones de franjas resultantes pequeños en el plano de detección, en los que en el caso de elementos detectores de silicio convencionales se plantean con frecuencia problemas con la diafonía de la señal entre elementos detectores vecinos de fases diferentes.
- 10 El patrón de franjas que resulta en el plano de detección está en el caso de la exploración de la pista de división incremental 11 fuera de la marca de referencia REF en el presente ejemplo periódicamente con el periodo del patrón de franjas TP<sub>s</sub>. En la zona de la marca de referencia REF, el patrón de franjas resultante está perturbado en virtud de la estructura aperiódica en la pista de división incremental 11; la señal de exploración presenta en esta posición X<sub>REF</sub> una modulación de la amplitud. A partir de la detección de la modulación de la amplitud del patrón de franjas en esta zona a través de unidades de detectores de la señal de impulso de referencia configuradas de manera adecuada se genera la señal de impulso de referencia RI. Cómo se realiza una configuración de acuerdo con la invención de las unidades de detectores de la señal de impulso de referencia, que están dispuestas en la figura 1 en las zonas 240a, 240b, se explica todavía en detalle en el transcurso de la descripción siguiente.
- 15 Como ya se ha indicado anteriormente, los principios de acuerdo con la invención se pueden transferir también evidentemente a dispositivos rotatorios de medición de la posición, en los que la escala está constituida por un disco parcial con pista de división incremental en forma de anillo circular. Además, de manera alternativa al ejemplo anterior, se puede configurar también un sistema al trasluz sobre la base de las consideraciones de acuerdo con la invención. A tal fin, la pista de división incremental comprendería entonces zonas parciales dispuestas de forma alterna sobre la escala de diferente transparencia; además, en tal caso la unidad de exploración estaría configurada de manera conocida de tal forma que abraza la escala, es decir, que la fuente de luz y la división de emisión, por una parte, así como la disposición de detectores, por otra parte, estarían dispuestas entonces sobre lados opuestos de la escala.
- 20 En el caso de la realización de un sistema al trasluz, un campo claro de acuerdo con las explicaciones anteriores en una estructura de división correspondería, por lo tanto, a una zona parcial con transparencia elevada, un campo oscuro correspondería a una zona parcial con transparencia reducida.
- 25 Además, también sería posible en el marco de la presente invención prescindir de la división de emisión en el caso de la utilización de la fuente de luz puntual – en lugar del LED extendido como en el ejemplo explicado anteriormente-. En este caso, la zona central de la placa de exploración estaría configurada totalmente transparente para el haz de luz emitido.
- 30 Para la explicación adicional de las medidas de acuerdo con la invención sobre el lado de detección se remite ahora a las figuras 2a y 2b. La figura 2a muestra en este caso una vista en planta superior esquemática sobre una parte de una unidad de detector de señal de impulso de referencia en conexión con una señal de exploración incremental INC, en la figura 2b se representa la función de filtro F(k) que pertenece a una configuración de este tipo de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia que actúa como filtro pasabanda de la figura 2a.
- 35 Como ya se ha explicado anteriormente, de acuerdo con la invención está prevista una configuración de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia de tal manera que ésta actúa como filtro pasabanda sobre el patrón de franjas modulado en la amplitud en la posición de referencia X<sub>REF</sub> que resulta en el plano de detección, para generar de esta manera una señal de impulso de referencia RI de la anchura deseada. La acción de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia como filtro pasabanda tiene como consecuencia que a partir de la señal de exploración modulada en la amplitud en el plano de detección se elimina la frecuencia básica f<sub>INC</sub> de la división incremental explorada incluyendo sus armónicos superiores de la misma manera que otra porción de la señal, que se modifica sólo de forma relativamente lenta. Las porciones de la señal con frecuencias en un intervalo definido aproximadamente en torno a la mitad de la frecuencia básica de la señal incremental f<sub>INC</sub>/2 se acumulan, en cambio, en gran medida debilitadas para la generación de una señal de impulso de referencia RI con la anchura deseada. A partir de la señal de exploración detectada se filtra de esta manera en último término una banda de frecuencia adecuada para la generación de la señal de impulso de referencia RI.
- 40 Idéntica en principio a la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 24a en la figura 2a está constituida la segunda unidad de detector de la señal de impulso de referencia 24b del ejemplo de la figura 1. Las unidades de detectores de la señal de impulso de referencia 24a, 24b se disponen de acuerdo con la figura 1 sobre la placa de exploración 25 en las zonas 240a, 240b.
- 45
- 50
- 55

A continuación se explica cómo se puede realizar, por ejemplo, la funcional pasabanda para la generación de una señal de impulso de referencia RI a través de la configuración adecuada de una unidad de detector de la señal de

impulso de referencia 24a. En el ejemplo de realización representado, la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 24a está constituida por tres elementos detectores individuales de la señal de impulso de referencia 26, 27.1, 27.2. A través del dimensionado geométrico así como la conexión de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia 26, 27.1, 27.2 se realiza esencialmente el filtrado pasabanda pretendido del patrón de franjas modulado en la amplitud o bien de la señal de exploración correspondiente en la posición de referencia  $x_{REF}$  para generar de esta manera en el lado de salida la señal de impulso de referencia RI deseada. Con esta finalidad, en el presente ejemplo están previstos un elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26 así como dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia 27.1, 27.2 dispuestos simétricamente. La anchura  $b_1$  del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26 se selecciona para el filtrado en este caso preferido igual al periodo de la señal  $SP_{INC}$  de las señales incrementales INC generadas.

En este caso, en la exploración del patrón de franjas en el plano de detección resulta un promedio de la señal incremental INC de forma sinusoidal sobre un periodo de la señal  $SP_{INC}$  y, por lo tanto, el efecto de filtro deseado con respecto a la porción de la señal incremental periódica. Las anchuras  $b_2$  de los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos simétricamente se seleccionan, por una parte, idénticas y, por otra parte, iguales a la mitad de la anchura  $b_1$  del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26, es decir,  $b_2 = \frac{1}{2} * b_1$ .

En general, se puede describir la curva característica de paso de un filtro pasabanda de manera conocida a través de su función de filtro  $F(k)$ , siendo designadas con  $k$  las porciones de la frecuencia pasada de la señal respectiva. En el ejemplo de realización de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 24a de la figura 2a se puede describir la función de filtro  $F(k)$  respectiva con la distribución de las porciones de la frecuencia espacial  $k$  dejadas pasar por medio de la siguiente relación (Ecuación 1):

$$F(k) = \frac{\sin(\pi b_1 k)}{\pi k} - 2\eta \frac{\sin(\pi b_2 k)}{\pi k} \cos(2\pi dk) \quad (\text{Gl. 1})$$

Para las magnitudes individuales en la (Ecuación 1) se aplica:

$k$  : Frecuencia espacial

25  $b_1$ : Anchura del elemento detector central de la señal de impulso de referencia

$b_2$ : Anchura de uno de los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia

$d$ : Distancia de uno de los elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia con respecto al elemento detector central de la señal de impulso de referencia

30  $\eta$ : Ponderación relativa o bien relación de superficies entre los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia y el elemento detector central de la señal de impulso de referencia.

En la figura 2b se representa la curva de la función de filtro  $F(k)$  para la combinación de parámetros

$b_1 = 35 \mu\text{m}$ ,  $b_2 = 35 \mu\text{m}$ ,  $\eta = 1$  y  $d = 48,75 \mu\text{m}$

de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 24a de la figura 2a. En la figura 2b se pueden reconocer claramente las posiciones cero en la uva de la función de filtro  $F(k)$  a la frecuencia básica  $f_{INC} = 1/SP_{INC}$  de la señal incremental así como en sus armónicos, como por ejemplo en  $2/SP_{INC}$ , etc. En cambio, se deja pasar y se utiliza como señal de impulso de referencia, como se ha explicado anteriormente, una banda de frecuencia pasada en la zona de la mitad de la frecuencia básica de la señal incremental  $f_{INC}$ .

40 En función de los parámetros libremente seleccionables  $b_1$  y  $b_2$  y  $\eta$  de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia, a partir de la (Ecuación 1) en el presente caso se indica una condición en forma de la (Ecuación 2) para la distancia  $b$  entre el elemento detector central de la señal de impulso de referencia y un elemento detector exterior de la señal de impulso de referencia, para constituir una unidad de detector de la señal de impulso de referencia, en la que, como se ha explicado, se eliminan por filtración la frecuencia básica  $f_{INC} = 1/SP_{INC}$  de la señal incremental y, dado el caso, sus armónicos a partir de la señal de impulso de referencia resultante:

$$d = \frac{SP_{INC}}{2\pi} * \arccos \left[ \frac{1}{2\eta} \frac{\sin\left(\frac{\pi b_1}{SP_{INC}}\right)}{\sin\left(\frac{\pi b_2}{SP_{INC}}\right)} \right] - zSP_{INC} \quad (\text{Gl. 2})$$

Con:

$z$  : número entero

$SP_{INC}$  : periodo de la señal incremental

5  $b_1$  : anchura del elemento detector central de la señal de impulso de referencia

$b_2$  : anchura de uno de los elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia

Para cada combinación de valores de  $b_1$ ,  $b_2$  y  $\eta$ , para los que existe una solución matemática, la (Ecuación 2) proporciona una configuración de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia, que genera una señal de impulso de referencia con frecuencia básica filtrada de la señal incremental. Como se explica a continuación, la 10 (Ecuación 2) se simplifica para formas de realización especialmente ventajosas de disposiciones de detectores.

En el ejemplo representado de la figura 2a, los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia 27.1, 27.2 están dispuestos con relación al elemento detector central de la señal de impulso de referencia de tal manera que se generan, además, señales de exploración, que están en el caso general  $N * 360^\circ$  ( $N = 1, 2, 3, \dots$ ) desfasadas con respecto a la señal de exploración del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26. En el ejemplo de la figura 2a se ha seleccionado  $N = 1$  y una relación de anchura  $b_2 = \frac{1}{2} * b_1$  para los 15 dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia 27.1, 27.2. Para esta disposición resultan a partir de la (Ecuación 2) para la distancia  $d$  a seleccionar entre los medos del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26 y los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia 27.1 o bien 27.2, respectivamente, las relaciones simplificadas (Ecuación 3.1) o Ecuación 3.2):

20  $d = n * SP_{INC} + 0,5 b_2$  (Ecuación 3.1)

$d = n * SP_{INC} + 0,5 b_2$  (Ecuación 3.2)

con

$SP_{INC}$  : periodo de la señal incremental

$b_2$  : anchura de uno de los elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia

25  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Para la generación de la señal de impulso de referencia RI está previsto en el ejemplo de la figura 2a, por lo demás, interconectar los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia 27.1, 27.2, por una parte, entre sí para formar la señal S2 e interconectar esta señal S2 de nuevo en la diferencia con la señal resultante S1 del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 26. La señal resultante a partir del encaje de la 30 diferencia de las señales S1 y S2 representa finalmente la señal de impulso de referencia RI que se encuentra en el lado de salida.

A través de una configuración de este tipo de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia 26, 27.1, 27.2 en forma de la geometría seleccionada y la interconexión se realiza finalmente un diseño de los 35 elementos detectores de la señal de impulso de referencia 26, 27.1, 27.2 como pasabanda. A través de esta pasabanda se filtra a partir del patrón de franjas resultante en el plano de detección con la interferencia impresa a partir de la marca de referencia REF integrada en la pista de división incremental 11 una banda de frecuencias, que representa la señal de impulso de referencia RI propiamente dicha.

Con la ayuda de las figuras siguientes se explican ahora otros ejemplos de realización para configuraciones de la 40 división de emisión, escala, elementos detectores de la señal de impulso de referencia así como las curvas de las señales resultantes en la instalación de medición de la posición de acuerdo con la invención.

La figura 3a muestra en este caso la división de emisión 122 de otra forma de realización del dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la invención, en la figura 3b se muestra una parte de la escala 100 explorada con la pista de división incremental 111 incluyendo una marca de referencia REF.

También este ejemplo de realización del dispositivo de medición de la posición está configurado de nuevo como sistema de incidencia de la luz, es decir, que las secciones parciales dispuestas alternando en la dirección de medición x de la pista de división incremental 111 presentan diferentes propiedades de reflexión óptica. Las zonas parciales representadas claras en la figura 3b son zonas parciales o bien campos de claridad configurados altamente reflectantes, las zonas parciales representadas oscuras representan campos oscuros poco reflectantes.

5 La marca de referencia REF en la posición de referencia  $x_{REF}$  se forma por un campo claro adicional en este lugar, con lo que se perturba la periodicidad de la pista de división incremental 111. La periodicidad  $TP_M$  de la pista de división incremental se selecciona en este caso según  $TP_M = 20 \mu\text{m}$ , la anchura de una zona parcial es  $10 \mu\text{m}$ . La marca de referencia o bien el campo claro en la escala 100 posee en el presente ejemplo la anchura  $30 \mu\text{m}$ , lo que

10 corresponde a 1,5 veces la periodicidad  $TP_M$  de la pista de división incremental 111. Esta selección de la anchura se ha revelado como ventajosa, puesto que la periodicidad de la pista de división incremental se perturba en la menos medida posible.

De manera alternativa a ello, se puede configurar también un campo claro de la anchura de  $40 \mu\text{m}$ , lo que corresponde de esta manera al doble del periodo de división de la pista de división incremental. En este caso, se ha revelado que es ventajoso que el campo claro de la marca de referencia REF esté dispuesto en la pista de división incremental 111 de tal manera que en la dirección de medición x, la distancia con respecto a la zona de división vecina más próxima con reflexividad o bien campo claro elevado (o transparencia elevada en el caso de trasluz) sobre la escala adopta una anchura máxima, de manera que el número de las zonas de división suprimidas con reflexividad elevada o transparencia elevada se selecciona lo más pequeño posible. Con preferencia, la distancia del campo claro en la dirección de medición x con respecto a la zona de división vecina más próxima con reflexividad elevada sobre la escala es 1,5 veces el periodo de la división de la pista de división incremental.

Sobre lados de la división de emisión 122 está prevista de acuerdo con la figura 3a una estructura esencialmente periódica en la dirección de medición x, que se forman a través de zonas parciales dispuestas alternando de diferente transparencia. Las zonas parciales representadas claras en la figura 3a están configuradas ópticamente transparentes, las zonas parciales representadas oscuras están configuradas ópticamente opacas. La periodicidad  $TP_S$  de la división de emisión 122 es en este ejemplo  $TP_S = 40 \mu\text{m}$ , la anchura de una zona parcial de la división de emisión 122 corresponde a  $20 \mu\text{m}$ . Adaptado a la configuración de la marca de referencia REF en la escala 100 se omite en este ejemplo sobre lados de la división de emisión 122 en una zona central una zona parcial transparente, es decir, que se realiza una aperiodicidad de esta estructura de división en forma de un campo oscuro dispuesto en el centro de la anchura de  $60 \mu\text{m}$ , lo que corresponde aproximadamente a 1,5 veces la periodicidad  $TP_S$  de la división de emisión 122. Tal selección de la anchura del campo oscuro se ha revelado ventajosa, puesto que de esta manera resulta solamente una modificación mínima de la división de emisión 122 por lo demás periódica.

En principio, la aperiodicidad o bien el campo oscuro en la división de emisión 122 se podría disponer de manera alternativa a la figura 3c también descentralizada; la anchura posible el campo oscuro se puede seleccionar en el intervalo entre  $40 \mu\text{m}$  y  $80 \mu\text{m}$ .

Una unidad de detector de la señal de impulso de referencia 124a correspondiente se representa de forma esquemática en la figura 3c; la configuración de la misma corresponde en este caso, en principio, a la del ejemplo de realización explicado en la figura 2. La unidad de detector de la señal de impulso de referencia 124a comprende de nuevo un elemento detector de la señal de impulso de referencia 126 dispuesto en el centro con la anchura  $b_1 = 35 \mu\text{m}$ ; los dos elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia 127.1, 127.2 presentan, respectivamente, las anchuras  $b_2 = 17,5 \mu\text{m}$ . En el plano de la placa de exploración – no representada – se dispone el elemento detector central de la señal de impulso de referencia 126 en la posición extendida en el centro del campo claro de la escala o bien de la marca de referencia REF. De manera similar al ejemplo precedente, se realiza también de nuevo la conexión de los diferentes elementos detectores de la señal de impulso de referencia 126, 127.1, 127.2 para generar la señal de impulso de referencia RI.

La señal de exploración total S, que resulta a partir del patrón de bandas en el plano de detección de la unidad de exploración en la zona de +/- 4mm alrededor de la posición de referencia  $x_{REF}$ , se representa para un sistema con la escala 100 y la división de emisión 122 de las figuras 3a y 3b en la figura 4a. Se puede reconocer claramente en esta representación en este caso la porción de la señal incremental de alta frecuencia, que sirve para la determinación de la posición de alta resolución. A esta porción de la señal se superpone o bien se imprime en cuando a la amplitud en la zona de la posición de referencia  $x_{REF}$  la porción de la señal claramente de frecuencia más baja, que procede de la periodicidad de la pista de división incremental 111 en esta zona. Cuando como en el presente caso la división de emisión 112 presenta en la zona central un campo oscuro como aperiodicidad de la división de emisión por lo demás periódica, entonces resulta en la señal de exploración total S según la figura 4a en la zona de la posición de referencia  $x_{REF}$  una irrupción de la señal con respecto a la envolvente de esta señal.

A través de la configuración explicada anteriormente de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 124a se puede convertir esta irrupción de la señal en la señal de exploración total S ahora en una señal de impulso de referencia RI de alta resolución, utilizable en el lado de salida. En la figura 4b se representa la señal S1 a partir del elemento detector central de la señal de impulso de referencia 126, por una parte, así como las señales

resultantes S2 a partir de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia 127.1, 127.2 dispuestos simétricamente, por otra parte, en la zona +/- 0,04 mm en torno a la posición de referencia  $x_{REF}$ . Como se puede reconocer a partir de la figura 4b, ambas señales S1, S2 presentan todavía una periodicidad superpuesta en su curva de la amplitud, que es atribuible a la influencia de la pista de la posición incremental 111. En la figura 4c se

- 5 representa, por último, la señal de impulso de referencia RI que resulta después de la formación de la diferencia a partir de S1 y S2, que presenta en la zona +/- 0,04 mm en torno a la posición de referencia  $x_{REF}$  una irrupción clara de la señal. En virtud de la formación de la diferencia realizada a partir de S1 y S2 se ha filtrado la porción periódica de la señal incremental en la señal de impulso de referencia RI. Está presente una señal de impulso de referencia RI de alta resolución en cuanto a la posición, que puede ser procesada posteriormente de manera conocida por una electrónica siguiente. A través de la configuración de acuerdo con la invención de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 124a se ha filtrado a partir de la señal de exploración total S mostrada en la figura 4a la señal de impulso de referencia L de alta resolución.

Otro ejemplo de realización para la configuración de una división de emisión, de una escala, de la unidad de detector de la señal de impulso de referencia correspondiente así como de las diferentes curvas de las señales se representa en las figuras 5a – 5c y 6a – 6c de manera similar al ejemplo precedente. En la descripción siguiente solamente se explican las diferencias significativas con respecto al ejemplo anterior.

Aunque en este caso la configuración de la escala 200 con la pista de división incremental 211 y la marca de referencia se ha seleccionado idéntica al ejemplo precedente, la división de emisión 222 empleada se diferencia de ella, como se representa en la figura 5a. Así, por ejemplo, ahora está previsto configurar en una zona central de la división de emisión 222 un campo claro ensanchado en la dirección de medición x con la anchura de 60  $\mu\text{m}$ . Esto se realiza a través de la omisión de al menos una zona parcial opaca de esta estructura de división. La anchura de un campo claro adecuado en la división de emisión de puede seleccionar en el intervalo entre 36  $\mu\text{m}$  y 110  $\mu\text{m}$ . La periodicidad  $TP_S$  de la división de emisión 222 es como en el ejemplo anterior  $TP_S = 40 \mu\text{m}$ , la anchura de una zona parcial en la dirección de medición x es 20  $\mu\text{m}$ .

- 25 De manera idéntica al ejemplo anterior están configuradas la escala 200 así como la unidad de detector de la señal de impulso de referencia 224a.

Como se deduce a partir de la figura 6a, en virtud de la configuración diferente de la división de emisión 222 en la posición de referencia  $X_{REF}$  resulta ahora un máximo de la señal de la envolvente de la señal de exploración total S; en el ejemplo anterior este lugar estaba una irrupción de la señal.

- 30 Esto se manifiesta de la misma manera en las señales S1 y S2 así como en la señal de impulso de referencia RI resultante, como se representa en las figuras 6b y 6c. Es decir, que la posición de referencia  $X_{REF}$  se marca en la señal de impulso de referencia RL en este ejemplo por medio de una subida clara de la señal. Pero de manera similar al ejemplo anterior, de nuevo a partir de la figura 6c se puede reconocer que en virtud de las medidas de acuerdo con la invención se lleva a cabo sobre el lado del detector un filtrado de la porción periódica de la señal incremental en la señal de impulso de referencia RI.

Otra variante para la generación de acuerdo con la invención de una señal de impulso de referencia se explica a continuación con la ayuda de las figuras 7a – 7c así como 8a – 8c. La representación de los diferentes componentes del dispositivo de medición de la posición, que son decisivos para la generación de una señal de impulso de referencia así como la representación de las diferentes señales corresponde de nuevo a las representaciones de los dos ejemplos anteriores. A continuación se explican, por lo tanto, esencialmente sólo las diferencias de esta forma de realización.

- 45 En este ejemplo es esencial, como se deduce a partir de la figura 7b con la representación de la escala, que en la pista de división incremental 311 de la escala 300 ahora no sólo está integrado un campo claro individual como marca de referencia, sino una pluralidad de tales campos claros. En general, la marca de referencia de este ejemplo de realización comprende en total una distribución, que se extiende en la dirección de medición x, de 14 campos claros o bien zonas parciales altamente reflectantes, que resultan a partir de la omisión de una zona parcial no-reflectante de la pista de división incremental 311 – como se ha explicado anteriormente. Cada campo claro individual posee, como se ha explicado anteriormente, una anchura en la dirección de medición x de 30  $\mu\text{m}$  o 40  $\mu\text{m}$ , la pista de división incremental 311 posee de la misma manera que en los ejemplos precedentes una periodicidad o bien un periodo de división  $TP_M = 20 \mu\text{m}$  con una anchura de la zona parcial de 10  $\mu\text{m}$ .

Idéntica al ejemplo de realización de la figura 3a es la división de emisión 322 de este ejemplo de realización, que se representa de nuevo en la figura 7a. Esto significa que ésta presenta una aperiodicidad en forma de un campo oscuro dispuesto en el centro. Por lo demás, se remite a los datos indicados anteriormente de esta división.

- 55 En este ejemplo, el lado de detección, que se explica con la ayuda de la figura 7c se configura adaptado a la pluralidad prevista ahora de campos claros de la marca de referencia REF de la escala 300. Así, por ejemplo, para la detección de la señal de impulso de referencia están previstas en total 14 unidades de detectores individuales de la

señal de impulso de referencia, como eran necesarias, respectivamente, en los ejemplos precedentes para la detección de un campo claro individual en la pista de división incremental. Cada una de las unidades individuales de detectores de la señal de impulso de referencia está configurada en este caso idéntica a una unidad individual de los ejemplos precedentes y está constituida por un elemento detector central de la señal de impulso de referencia así

5 como por dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos simétricamente al mismo. Como se deduce a partir de la figura 7c, las señales de los elementos detectores centrales de la señal de impulso de referencia, que resultan a partir de la exploración del patrón de franjas, confluyen en la señal S1, las señales de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia dispuestos en el exterior confluyen en la señal S2. Las señales S1 y S2 son conectadas de nuevo en la diferencia, resultando como señal diferencial la señal de impulso de referencia RI.

10 En la figura 8a se representa, de manera similar a los ejemplos anteriores, la señal total S que resulta a partir de la exploración en la zona +/- 4 mm alrededor de la posición de referencia  $x_{REF}$ ; en la figura 8b se representan las señales S1, S2 a partir de la pluralidad de unidades de elementos detectores en la zona +/- 0,2 mm alrededor de la posición de referencia  $x_{REF}$ . La figura 8c muestra finalmente la señal diferencial resultante o bien la señal de impulso de referencia RI en el lado de salida, en la que en virtud de las medidas de acuerdo con la invención resulta una reducción clara de la influencia.

15 Si se selecciona un configuración de este tipo con varias unidades de detectores de la señal de impulso de referencia, entonces éstas están dispuestas distribuidas, como se deduce a partir de la figura 7c, en la dirección de medición x sobre una zona determinada. Entre las unidades de detectores de la señal de impulso de referencia vecinas está presente en este caso, en parte, todavía espacio disponible en forma de zonas intermedias. Estas zonas intermedias se pueden utilizar tal vez para disponer allí todavía adicionalmente elementos detectores de la señal incremental.

20 Esta variante con una pluralidad de campos claros en la marca de referencia es ventajosa para el incremento de la eficiencia o bien de la porción útil de la señal de impulso de referencia a generar.

25 Otras unidades de detectores de la señal de impulso de referencia incluyendo las estructuras correspondientes sobre la escala y la rejilla de medición se explican finalmente con la ayuda de las figuras 8a – 9c así como 10a -10c siguientes.

30 En las figuras 9a – 9c, la figura 9b muestra una parte de la pista de división incremental 411 sobre la escala 400. La marca de referencia REF se forma por dos campos claros, es decir, por zonas parciales de reflexividad elevada en el caso de la exploración con luz incidente o bien de transparencia elevada en el caso de la exploración al trasluz. De manera idéntica a los ejemplos anteriores se configura la división de emisión 422 representada en la figura 9a.

35 Una unidad de detector de la señal de impulso de referencia 424a adecuada para la exploración de esta marca de referencia REF se representa en la figura 9c. Ésta está constituida por dos parejas de elementos detectores de la señal de impulso de referencia 426.1, 426.2 y 427.1, 427.2. La distancia de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia 426.1, 426.2 y 427.1, 427.2 es dentro de cada pareja, respectivamente,  $SP_{INC}$  y corresponde de esta manera al periodo de la señal incremental o bien al periodo del patrón de franjas correspondiente en el plano de detección. Los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia 426.1, 426.2 y 427.1, 427.2 de una pareja proporcionan señales de exploración S1 y S2 a contrafase o bien desfasadas 180°, de manera que en el lado de salida resulta la señal de impulso de referencia RI. Además, hay que mencionar todavía que la secuencia de los elementos detectores individuales de la señal de impulso de referencia, que proporcionan señales de exploración S1, S2 desfasadas, se modifica en la dirección de medición x desde la pareja vecina a la pareja vecina o bien a la inversa. De este modo, se dispone en la figura partiendo desde la izquierda en primer lugar el elemento detector de la señal de impulso de referencia 426.1, que suministra la señal S1, luego sigue en esta pareja del elemento detector de la señal de impulso de referencia 426.2, que genera la señal S2. Exactamente a la inversa de ello, en la pareja siguiente de elementos detectores de la señal de impulso de referencia se dispone en primer lugar aquel elemento detector de la señal de impulso de referencia 427.1, que suministra la señal S2, luego sigue en primer lugar el elemento detector de la señal de impulso de referencia 427.2 para la generación de la señal S1, etc. De esta manera resulta más allá de toda la disposición de elementos detectores de la señal de impulso de referencia una simetría, que calcula errores en la señal de exploración.

40 50 Esta variante se puede ampliar, además, en un dispositivo óptico de medición de la posición, que prevé una pluralidad de tales campos claros en la pista de división incremental. Las representaciones de la división de emisión 422 de la escala 500 con marca de referencia REF integrada en la pista de división incremental 511 así como la disposición de detector correspondiente se ilustran en las figuras 10a – 10c. Como complemento de las explicaciones del ejemplo anterior, se remite solamente de nuevo a la secuencia alterna de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia en parejas vecinas. De esta manera, los elementos detectores de la señal de impulso de referencia de la primera pareja desde la izquierda suministran señales-S2 y S1, la pareja siguiente suministra señales-S1 y S2 y así sucesivamente. También en este ejemplo a través de esta disposición se garantiza

una simetría total de la disposición de detectores.

Además de los ejemplos de realización explicados existen en el marco de la presente invención evidentemente también todavía formas de realización alternativas.

5

10

## REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de medición de la posición para la generación de señales de exploración dependientes de la posición, que está constituido por una escala (10) y una unidad de exploración (20), que están dispuestas móviles relativamente entre sí en una dirección de medición (x), en el que

- la escala (10) comprende al menos una pista de división incremental (11; 111; 211; 311), que se extiende en la dirección de medición (x) y está constituida esencialmente por una disposición periódica de zonas de división (12a, 12b) con diferentes propiedades ópticas, y presenta en al menos una posición de referencia ( $x_{REF}$ ) una marca de referencia (REF), que está constituida por una disposición aperiódica de zonas de división (12a, 12b),
- la unidad de exploración (20) comprende una fuente de luz (21) sin óptica de colimación antepuesta así como una disposición de detector optoelectrónico, que presenta al menos una unidad de detector de la señal de impulso de referencia (24a, 24b; 124a; 224a; 324a), que está sincronizada para la generación de una señal de impulso de referencia (RI) sobre la marca de referencia (REFG) y en el que en el plano de detección resulta un patrón periódico de franjas, que está modulado en la amplitud en la zona de la posición de referencia ( $x_{REF}$ ), **caracterizado** porque la unidad de detector de la señal de impulso de referencia (24a, 24b; 124a; 224a; 324a), está constituida por varios elementos detectores de la señal de impulso de referencia (26, 27.1, 27.2; 126, 127.1, 127.2; 226, 227.1, 227.2), que están dimensionados y conectados para la generación de una señal de impulso de referencia (RI) de tal manera que éstos actúan como filtros pasabanda sobre el patrón de franjas modulado en la amplitud en la posición de referencia ( $x_{REF}$ ) y en el lado de salida está presente una señal de impulso de referencia (RI), en la que el importe periódico de la señal es filtrado en gran medida a partir de la pista de división incremental (11; 111; 211; 311) así como de porciones de la señal de baja frecuencia, en el que la unidad de detector de la señal de impulso de referencia (24a, 24b; 124a; 224a; 324a) comprende un elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro y dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia (27.1, 27.2; 127.1, 127.2; 227.1, 227.2) dispuestos simétricamente al mismo en la dirección de medición (x), que generan señales de exploración ( $N = 1, 2, \dots$ ) desfasadas  $N * 360^\circ$  con respecto al elemento detector central de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) y el elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro, por una parte, y los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia (27.1, 27.2; 127.1, 127.2; 227.1, 227.2) dispuestos simétricamente al mismo, por otra parte, están conectados en diferencia y la señal diferencial representa la señal de impulso de referencia (RI).

2.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la anchura ( $b_1$ ) del elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro se selecciona el doble que la anchura ( $b_2$ ) de uno de los dos elementos detectores de la señal de impulso de referencia (27.1, 27.2; 127.1, 127.2; 227.1, 227.2) dispuestos simétricamente al mismo.

3.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque la anchura ( $b_1$ ) del elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro se selecciona igual al periodo de la señal ( $SP_{INC}$ ) de la señal incremental (INC).

4.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la distancia (d) del elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro respecto de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia (27.1, 27.2; 127.1, 127.2; 227.1, 227.2) vecinos se selecciona de acuerdo con

$$d = \frac{SP_{INC}}{2\pi} * \arccos \left[ \frac{1}{2\eta} \frac{\sin(\pi b_1 / SP_{INC})}{\sin(\pi b_2 / SP_{INC})} \right] - zSP_{INC} \quad (\text{Gl. 2})$$

con:

$z$  : número entero

50  $SP_{INC}$  : periodo de la señal incremental

$b_1$  : anchura del elemento detector central de la señal de impulso de referencia

$b_2$  : anchura de uno de los elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia

5.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la distancia (d)

del elemento detector de la señal de impulso de referencia (26; 126; 226) dispuesto en el centro respecto de los elementos detectores de la señal de impulso de referencia (27.1, 27.2; 127.1, 127.2; 227.1, 227.2) vecinos se selecciona de acuerdo con

$$d = n * SP_{INC} + 0,5 b_2$$

5 o

$$d = n * SP_{INC} + 0,5 b_2$$

con

$SP_{INC}$  : periodo de la señal incremental

$b_2$  : anchura de uno de los elementos detectores exteriores de la señal de impulso de referencia

10  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

6.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque en la zona de la marca de referencia (REF) en la pista de división incremental (11; 111; 211; 311) está integrado al menos un campo claro, que perturba la periodicidad de la pista de división incremental (11; 111; 211; 311) y en el que el campo claro está constituido por una zona de división (12b) con reflexividad elevada y transparencia elevada.

15 7.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el campo claro presenta en la dirección de medición (x) una anchura, que corresponde al doble del periodo de división ( $TP_M$ ) de la pista de división incremental (11; 111; 211; 311) o a 1,5 veces el periodo de división ( $TP_M$ ) de la pista de división incremental (11; 111; 211; 311).

20 8.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el campo claro está dispuesto de tal forma que en la dirección de medición (x), la distancia con respecto a la zona de división (12b) vecina más próxima con reflexividad elevada y transparencia elevada ocupa sobre la escala (10; 100; 200; 300) una anchura máxima, en el que el número de las zonas de división suprimidas con reflexividad elevada y transparencia elevada se selecciona el mínimo posible.

25 9.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado** porque la distancia del campo claro en la dirección de medición (x) con respecto a la zona de división (12b) vecina más próxima con reflexividad alta o transparencia alta sobre la escala (10; 100; 200; 300) es 1,5 veces el periodo de la división ( $TP_M$ ) de la pista de división incremental (11; 111; 211; 311).

30 10.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la marca de referencia (REF) en la pista de división incremental (311) comprende varios campos claros dispuestos distribuidos en la dirección de medición (x).

11.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1 ó 6, **caracterizado** porque la disposición de detectores para la generación de una señal del impulso de referencia (RI) comprende varias unidades de detectores de la señal de impulso de referencia (324a) dispuestas a distancia entre sí en la dirección de medición (x).

35 12.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado** porque las unidades de detectores de la señal de impulso de referencia (324a) están configuradas, respectivamente, idénticas.

40 13.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en lados de la unidad de exploración (20) delante de la fuente de luz (21) está dispuesta una división de emisión (22; 122; 222; 322) esencialmente periódica con zonas de división transparentes y opacas, que presenta al menos una zona sintonizada con la marca de referencia (REF) con una estructura de división aperiódica.

45 14.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque en la zona de la división de emisión (22; 122; 222; 322) con estructura de división aperiódica no está presente al menos una de las zonas de división transparentes u opacas.

15.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado** porque en la zona de la división de emisión (22; 122; 222; 322) con estructura de división aperiódica no está presente exactamente una de las zonas de división transparentes u opacas.

46 16.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la unidad de exploración (20) comprende una placa de exploración (25), en la que

- en una zona central está dispuesta la división de emisión (22),
- cerca de la división de emisión (22) están dispuestos elementos detectores de la señal incremental, y
- perpendicularmente a la dirección de medición (x) cerca de la división de emisión (22) está dispuesta al menos una unidad de detector de la señal de impulso de referencia (24a, 24b).

- 5    17.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado** porque sobre la placa de exploración (25) están dispuestas varias unidades de detectores de la señal de impulso de referencia y entre los elementos detectores de la señal de impulso de referencia están dispuestos, además, todavía unos elementos detectores de la señal incremental.
- 10    18.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado** porque la fuente de luz (21) está configurada como fuente de luz extendida en el espacio.
- 15    19.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la fuente de luz está configurada como fuente de luz puntual.
- 20.- Dispositivo de medición de la posición de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la fuente de luz está configurada como matriz de fuentes de luz puntual, que están dispuestas perpendicularmente a la dirección de medición.

FIG. 1

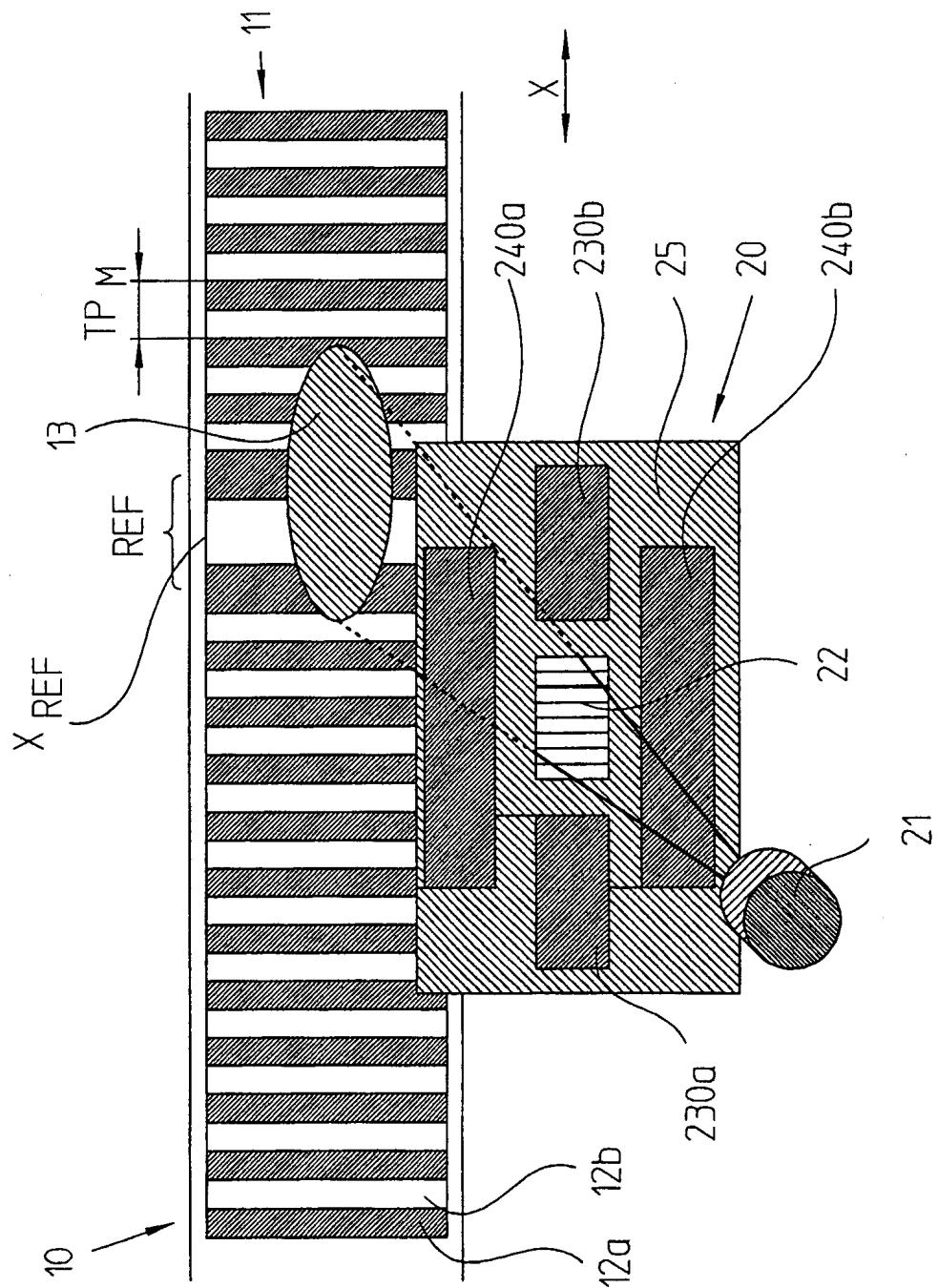


FIG.2a

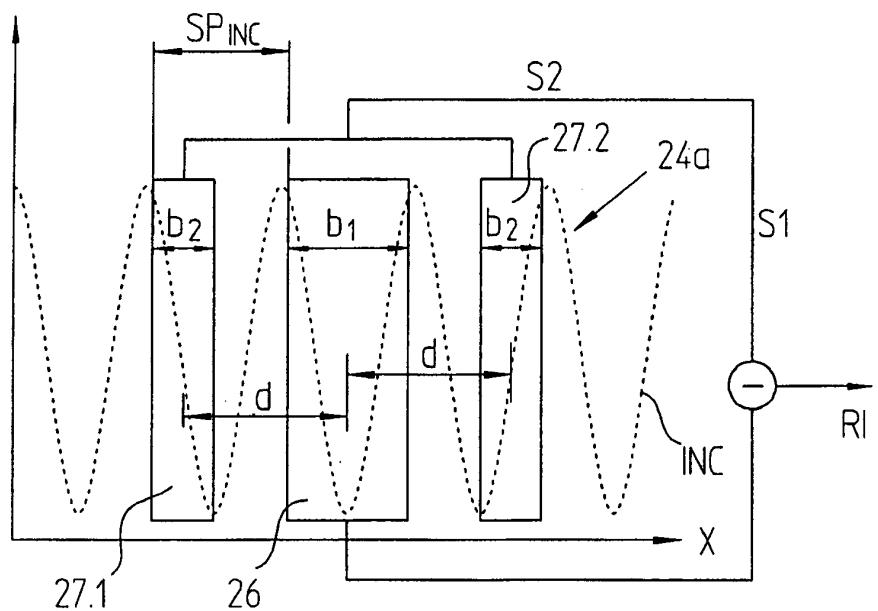


FIG. 2b

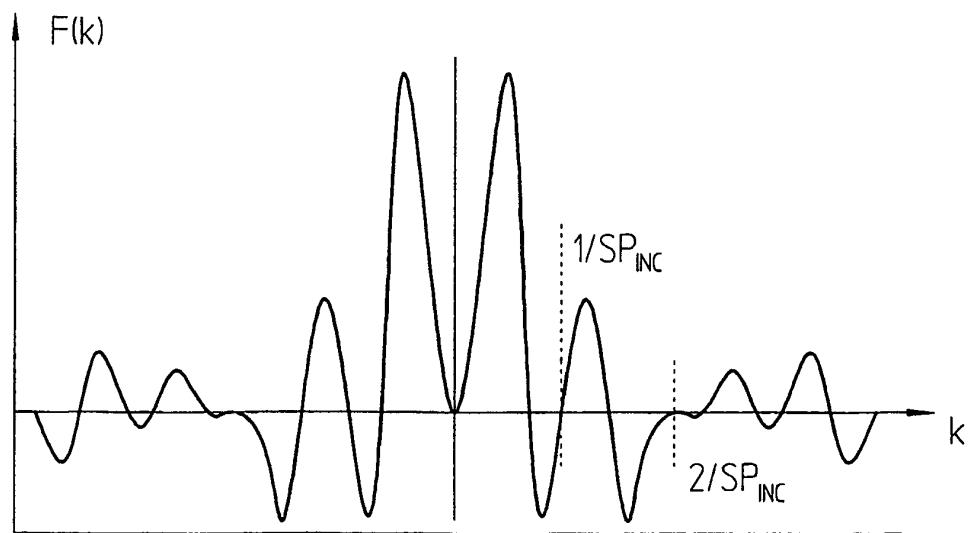


FIG. 3a

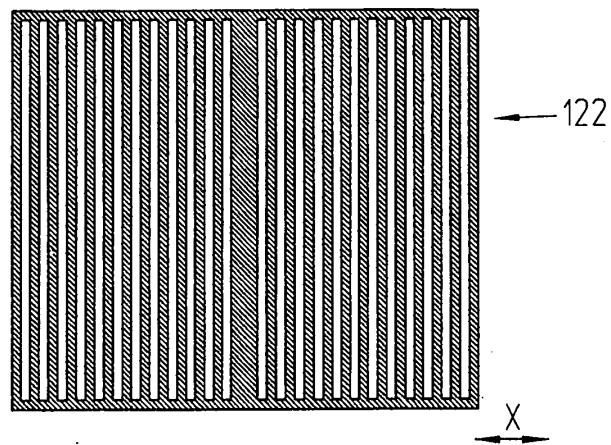


FIG. 3b

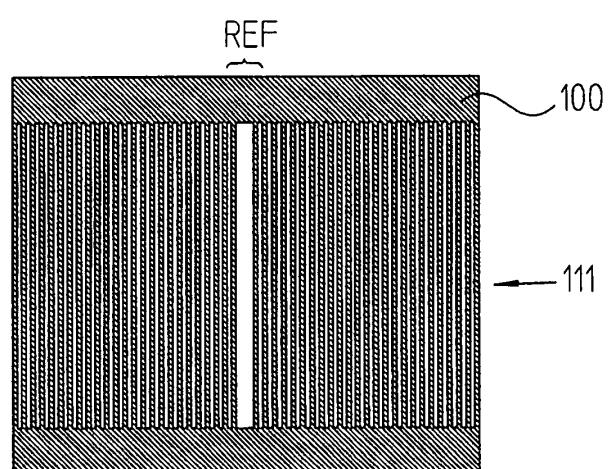


FIG. 3c

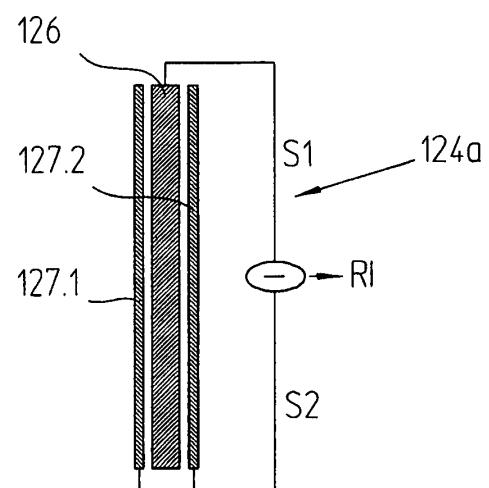


FIG.4a

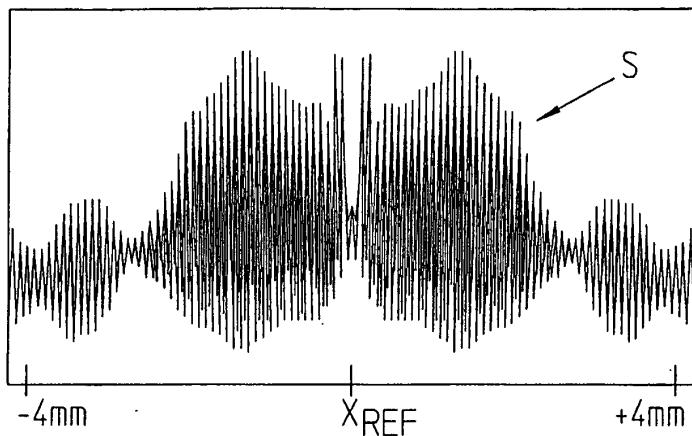


FIG. 4b

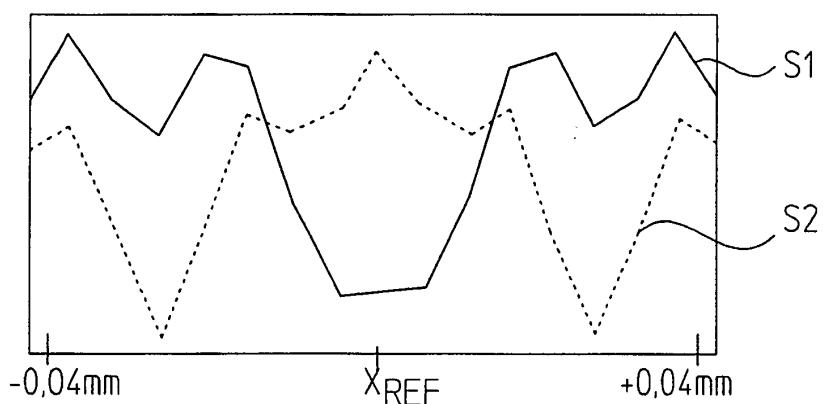


FIG. 4c

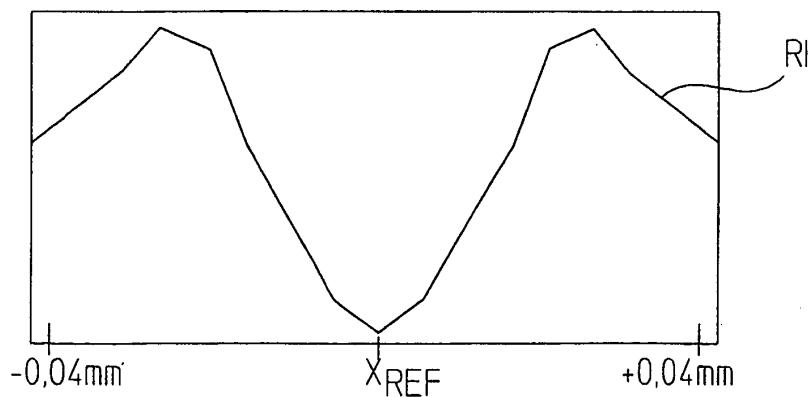


FIG. 5a

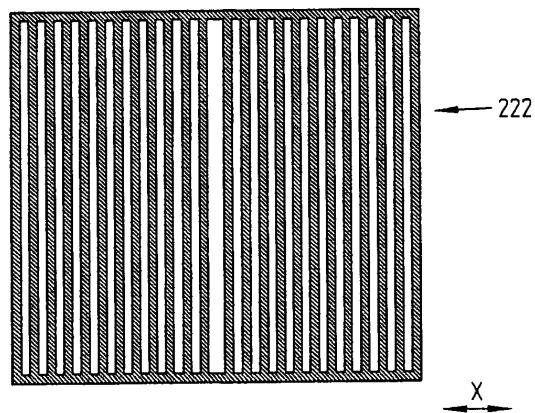


FIG. 5b

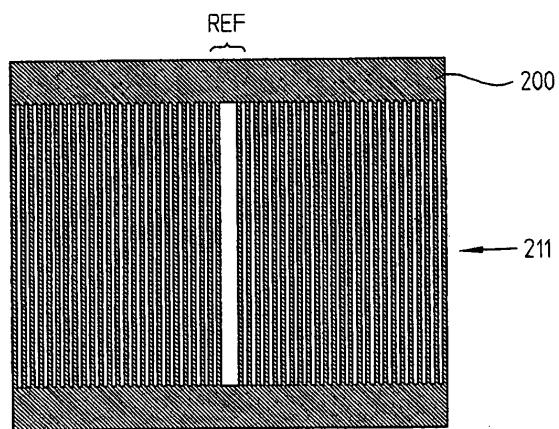


FIG. 5c

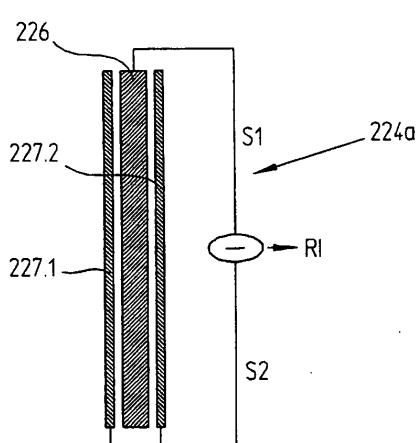


FIG.6a

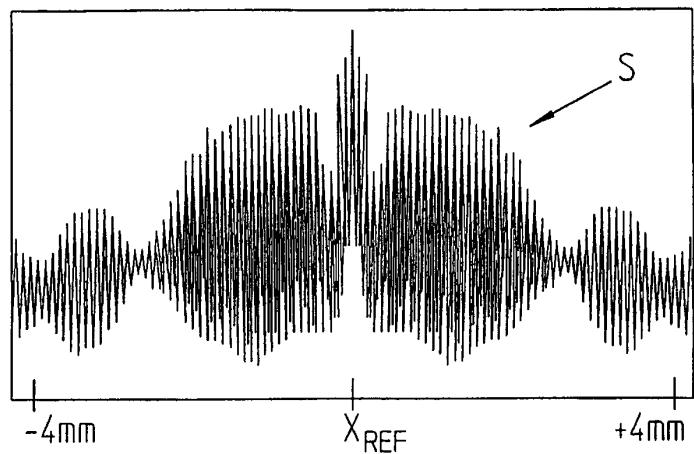


FIG. 6b

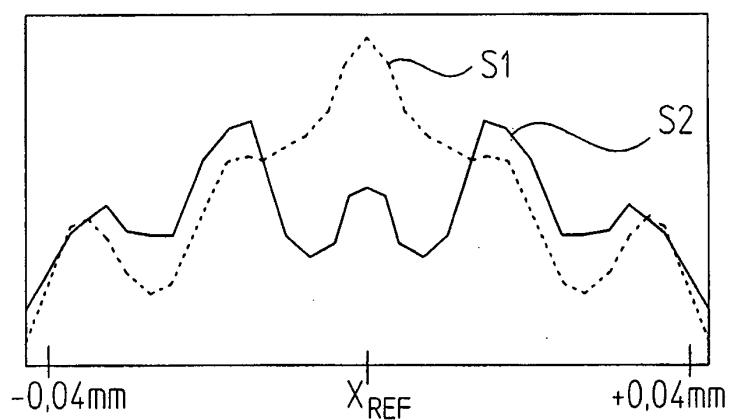


FIG. 6c

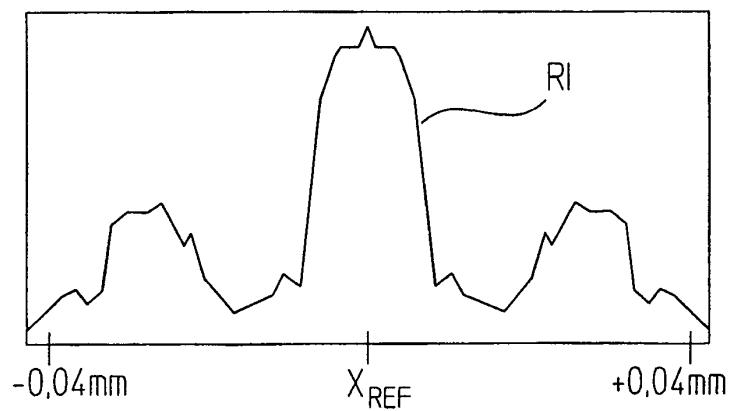


FIG.7a

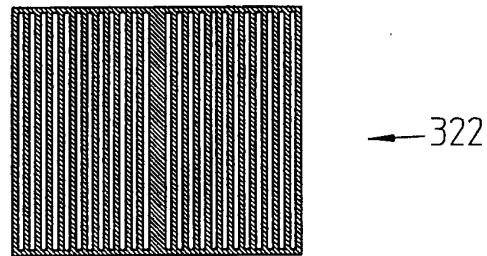


FIG. 7b

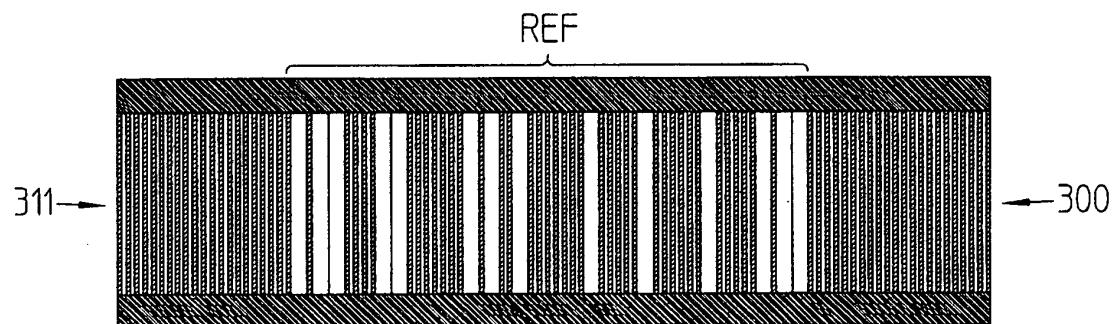


FIG. 7c

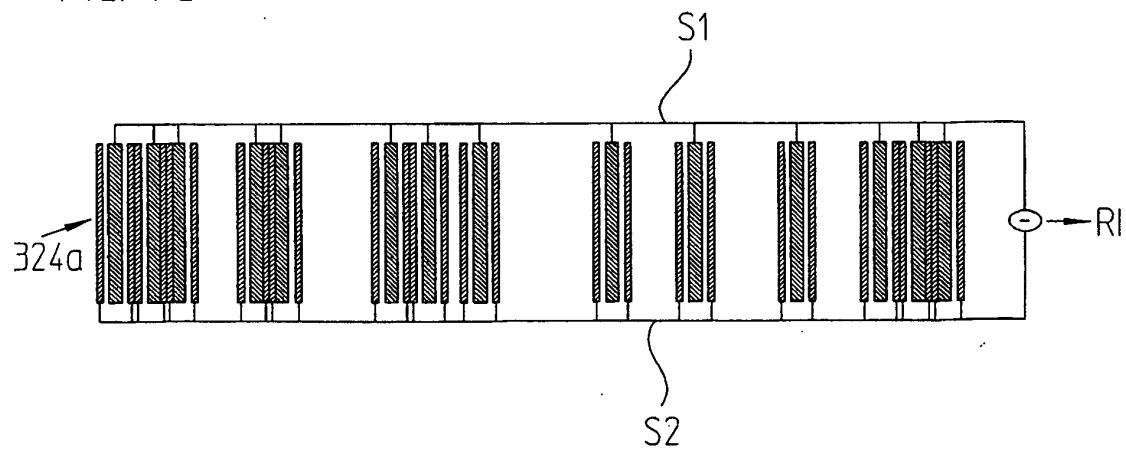


FIG.8a

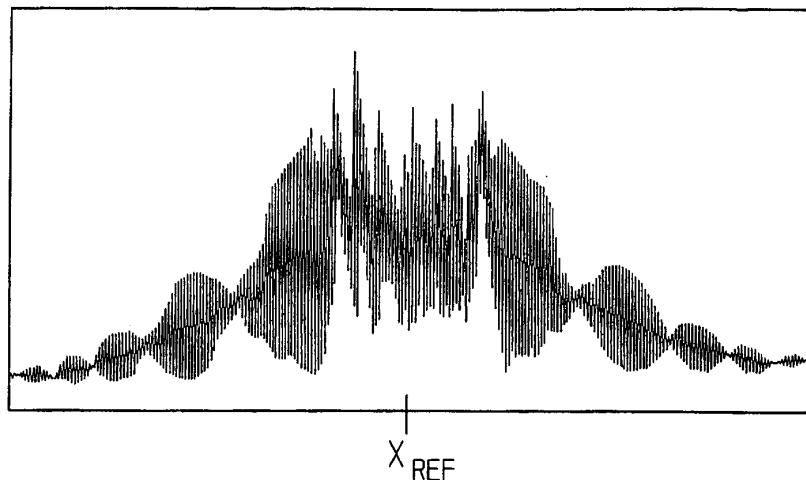


FIG. 8b

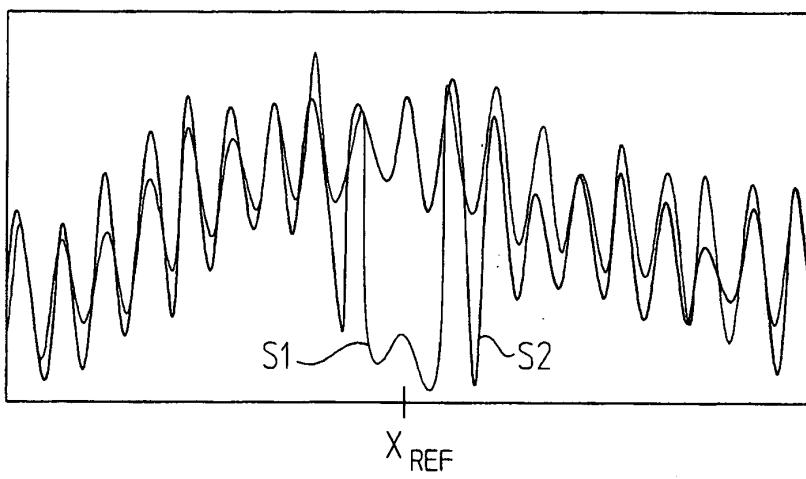


FIG. 8c

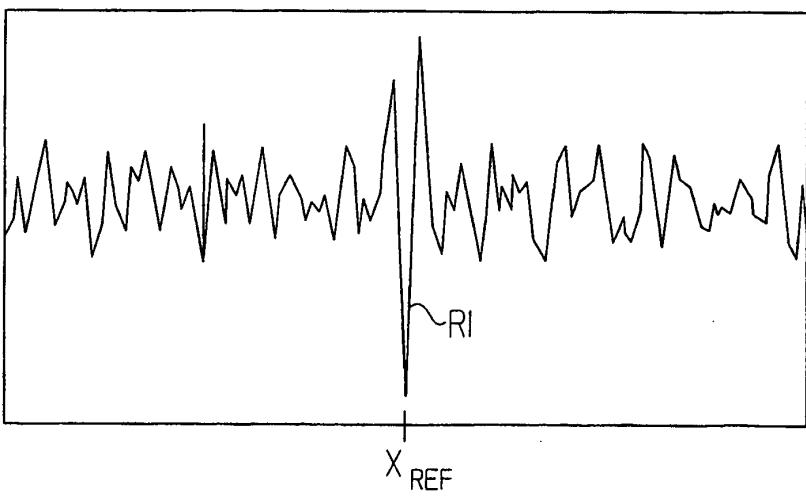


FIG.9a

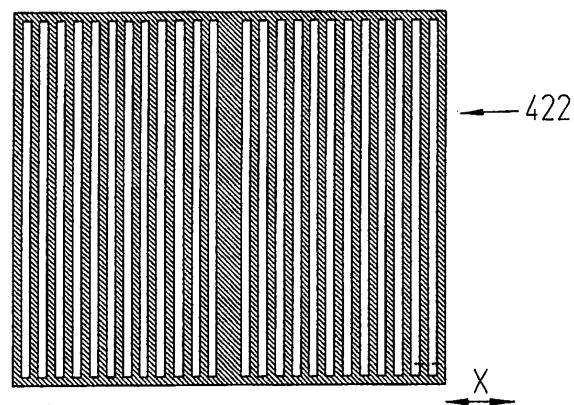


FIG. 9b

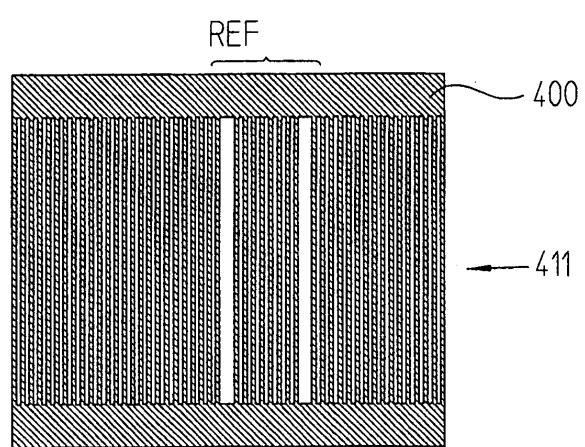


FIG. 9c

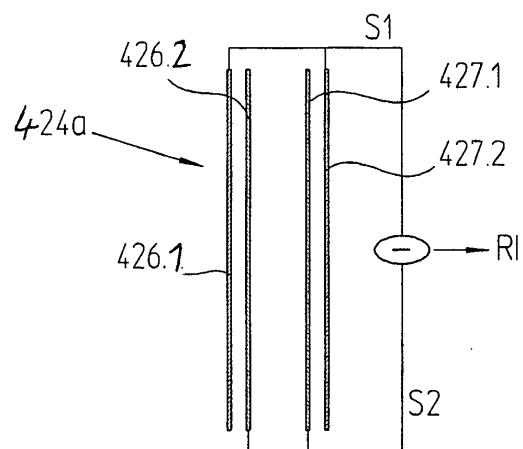


FIG.10a

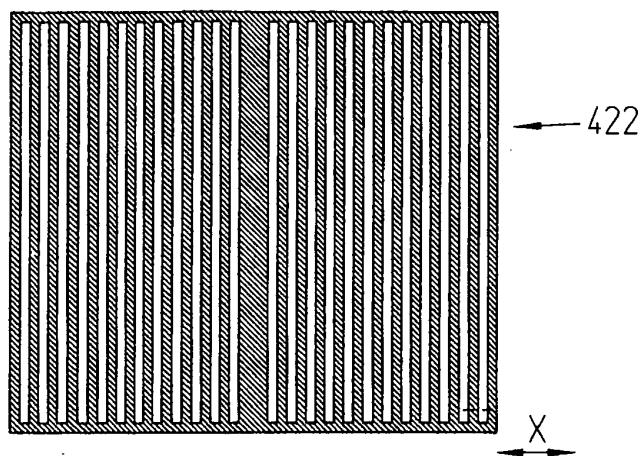


FIG. 10b

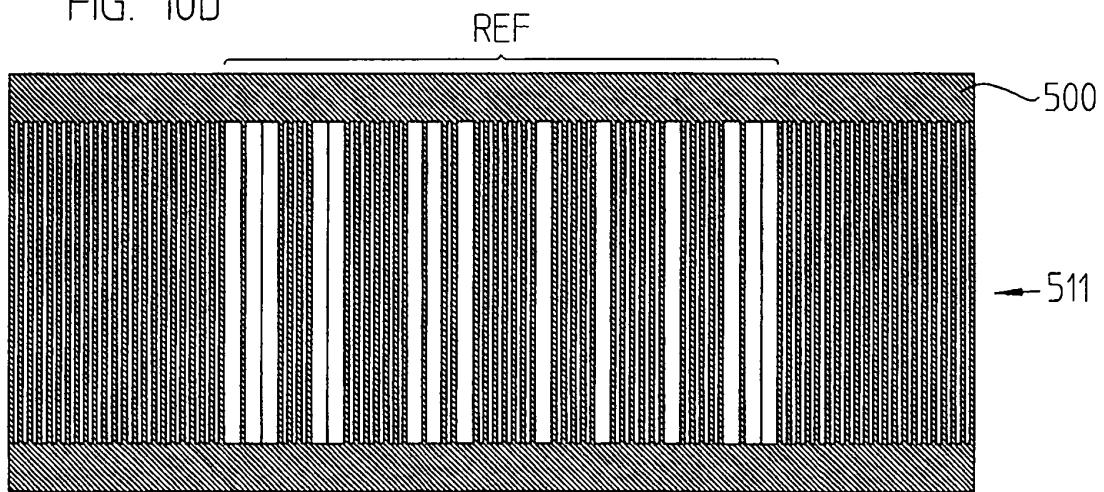


FIG. 10c

