

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 236**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/38** (2006.01)

**G01D 5/347** (2006.01)

**G01B 11/14** (2006.01)

**G02B 26/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2016** **E 16205387 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019** **EP 3339811**

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

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LEPPERDINGER, GOTTHARD**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 718 236 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo óptico de medición de posición

**5 Campo de la técnica**

La presente invención se refiere a un dispositivo óptico de medición de posición según las características del preámbulo de la reivindicación 1.

**10 Estado de la técnica**

El documento EP 1 028 309 A1 divulga un dispositivo óptico de medición de posición de tipo genérico. Mediante la interacción de un patrón de luz periódico con una escala periódica se produce, en un plano de detección subsiguiente, un patrón de franjas de Vernier. El periodo del patrón de luz periódico difiere, para ello, ligeramente del periodo de graduación de la escala –a continuación denominado periodo de escala–. El periodo del patrón de franjas de Vernier generado a partir de ello –a continuación denominado periodo de Vernier– es a este respecto mayor que el periodo de patrón de luz y también mayor que el periodo de escala. La escala está configurada como red de difracción en amplitud y la relación cresta-rendija de la escala es de 1:1.

**20 Sumario de la invención**

La presente invención se basa en el objetivo de indicar un dispositivo óptico de medición de posición con el que se genere un patrón de franjas de Vernier con una relación señal a ruido mejorada.

25 Este objetivo se soluciona de acuerdo con la invención mediante el dispositivo óptico de medición de posición con las características de la reivindicación 1.

Este dispositivo óptico de medición de posición para medir la posición relativa entre dos objetos que se mueven uno respecto a otro en la dirección de medición comprende una escala y un dispositivo de barrido móvil con respecto a la  
30 escala en la dirección de medición. El dispositivo de barrido está configurado para arrojar sobre la escala un patrón de luz con zonas claras y zonas oscuras alternantes en la dirección de medición con un periodo de patrón de luz, presentando la escala un periodo de escala que difiere ligeramente del periodo de patrón de luz, de tal manera que mediante la interacción del patrón de luz con la escala se genera un patrón de Vernier que presenta zonas claras y  
35 zonas oscuras, que es barrido por una disposición de detección. La escala es, a este respecto, una red de difracción en fase, cuya relación cresta-rendija es distinta de 1:1 y cuya desviación de fase entre cresta y rendija está configurada de tal manera que se suprime el orden de difracción cero. Además, el dispositivo de medición de posición está configurado de tal manera que, en la posición en la que se suprime el orden de difracción cero de una zona clara del patrón de luz incidente, se desvía al menos un orden de difracción superior en incide sobre la  
40 disposición de detección en una de las zonas claras del patrón de Vernier.

Con cresta y rendija de la red de difracción en fase se designan a este respecto las dos zonas dentro de un periodo de escala que retardan de manera diferente la luz incidente, para alcanzar la desviación de fase requerida. Esta desviación de fase se ajusta, de manera conocida, mediante diferencias de trayecto y/o mediante diferencias en el índice de refracción del material, que debe efectuar la luz.

45 Con invención se aumenta la intensidad de las zonas claras del patrón de Vernier. Debido a este incremento de señal se genera una señal útil superior, lo que aumenta la precisión de medición del dispositivo de medición de posición.

50 El término luz incluye también radiación con una longitud de onda en el rango no visible.

Preferiblemente, la cresta de un periodo de escala es en cada caso más ancha que la rendija y la cresta es más ancha que una zona clara del patrón de luz. De este modo se garantiza que, al incidir una zona clara del patrón de luz por el centro sobre esta cresta, esta se utilice por completo para generar la zona clara del patrón de Vernier, o  
55 bien mediante transmisión completa o bien mediante reflexión completa.

Alternativamente, la rendija de un periodo de escala es en cada caso más ancha que la cresta y la rendija es más ancha que una zona clara del patrón de luz. En este caso se garantiza que, al incidir una zona clara del patrón de luz por el centro sobre esta rendija, esta se utilice por completo para generar la zona clara del patrón de Vernier, o bien  
60 mediante transmisión completa o bien mediante reflexión completa.

En particular, la cresta de un periodo de escala es en cada caso más ancha que la rendija del periodo de escala y el ancho de la rendija del periodo de escala asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz o, alternativamente, la rendija es en cada caso más ancha que la cresta de la red de difracción en fase, y el ancho de la cresta asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz. Con las mismas propiedades ópticas (transmisión o reflexión) de cresta y  
65 rendija se garantiza, de este modo, que el orden de difracción cero se suprima por completo mediante interferencia

destructiva.

De manera ventajosa, la relación cresta-rendija o la relación rendija-cresta de la red de difracción en fase es de 1:3.

5 Una estructura especialmente sencilla del dispositivo de medición de posición se obtiene cuando el dispositivo de barrido presenta una disposición de emisión y una red de difracción, estando configurada la disposición de emisión para generar un haz colimado de rayos de luz, dirigido sobre la red de difracción, y generando el haz colimado de rayos de luz, mediante la interacción con la red de difracción, el patrón de luz.

10 La red de difracción puede ser una red de difracción en amplitud, aunque preferiblemente la red de difracción es una red de difracción en fase. Alternativamente, la red de difracción también puede ser, sin embargo, una red de difracción en amplitud y en fase mixta.

15 La desviación de fase de la escala configurada como red de difracción en fase es en particular de  $\lambda/2$ , con  $\lambda$ = longitud de onda de la luz del patrón de luz incidente.

Preferiblemente, la disposición de detección comprende varios detectores para realizar un barrido del patrón de Vernier y para generar K señales de barrido desplazadas en fase  $360^\circ/K$  unas respecto a otras, cumpliéndose, para la distancia entre centros  $X_K$  de detectores adyacentes, que

$$20 \quad X_K = P_V/K,$$

con

$$25 \quad 1/P_V = | 1/P_T - 1/P_M |$$

$P_V$  = periodo de Vernier

$P_T$  = periodo de escala

$P_M$  = periodo de patrón de luz

30  $K$  = número entero positivo

De manera conocida en sí misma, para el incremento de señal y el promediado, varios K-ésimos detectores de la disposición de detección pueden estar conectados entre sí para formar una señal de barrido de suma resultante.

35 Realizaciones ventajosas de la invención se desprenden de las medidas expuestas en las reivindicaciones dependientes.

Otras particularidades y ventajas de la presente invención se explican con ayuda de la descripción que sigue de ejemplos de realización en asociación con las figuras.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Muestra

45 la figura 1 una vista en perspectiva de un primer dispositivo óptico de medición de posición configurado de acuerdo con la invención;

la figura 2 la estructura básica y el desarrollo de la trayectoria óptica de barrido del dispositivo de medición de posición según la figura 1;

50 la figura 3 el diagrama de difracción que surge con el dispositivo de medición de posición en el plano de detección, y

55 la figura 4 un segundo ejemplo de realización de un dispositivo óptico de medición de posición configurado de acuerdo con la invención.

**Descripción de las formas de realización**

60 Las figuras 1 y 2 muestran un primer ejemplo de realización de la invención y la figura 3 el diagrama de difracción que surge con este primer ejemplo de realización.

Este dispositivo óptico de medición de posición comprende una escala 10, que es barrida, para la medición de la posición, por un dispositivo de barrido 2 por la denominada luz incidente. La escala 10 reflectante está colocada, de manera conocida, sobre una regla graduada 1, o fijada a la misma. Para la medición de posición entre dos objetos que se mueven uno respecto a otro en la dirección de medición X se fija la regla graduada 1 a uno de estos dos

objetos y el dispositivo de barrido 2 se fija al otro de los dos objetos que se mueven uno respecto a otro.

El dispositivo de barrido 2 está configurado para arrojar sobre la escala 10 un patrón de luz M periódico. El periodo de este patrón de luz M se denomina a continuación periodo de patrón de luz  $P_M$ . La generación de señales de barrido dependientes de la posición se basa en el hecho de que el patrón de luz M periódico interacciona con la escala 10 para generar un patrón de Vernier V. La escala 10 presenta, para ello, un periodo de escala  $P_T$  que difiere ligeramente del periodo de patrón de luz  $P_M$ , de modo que sobre una disposición de detección 21 surge un patrón de Vernier V con un periodo  $P_V$  considerablemente mayor que el periodo de patrón de luz  $P_M$  así como mayor que el periodo de escala  $P_T$ . El patrón de Vernier V que surge a este respecto está orientado en paralelo a las franjas divisoras de la escala 10. El patrón de luz M periódico experimenta, en el caso del movimiento relativo del dispositivo de barrido 2 y la escala 10, una modulación dependiente del desplazamiento, formándose el patrón de Vernier V periódico con zonas claras y zonas oscuras. El patrón de Vernier V es barrido, para la determinación de la respectiva posición relativa de la escala 10 y el dispositivo de barrido 2, por la disposición de detección 21.

Para el periodo de Vernier  $P_V$  (periodo del patrón de Vernier V resultante) se cumple que:

$$1/P_V = | 1/P_T - 1/P_M |$$

con

$P_T$  = periodo de escala (periodo de la escala 10)  
 $P_M$  = periodo de patrón de luz (periodo del patrón de luz M)

El patrón de luz M puede generarse de diferentes maneras. En el caso más sencillo, el dispositivo de medición de posición es un transductor de red de difracción doble, en el que el patrón de luz M se genera por medio de una red de difracción 22, que se ilumina de manera colimada. Para la iluminación colimada están previstas una fuente de iluminación 23 y una óptica 24. La red de difracción 22 es, por ejemplo, una red de difracción en amplitud con una sucesión periódica de crestas opacas y rendijas transparentes. Las crestas opacas se forman por un revestimiento de material opaco sobre un sustrato transparente, pudiendo ser el sustrato en particular un sustrato de vidrio.

Preferiblemente, la red de difracción 22 es, sin embargo, una red de difracción en fase. Alternativamente, la red de difracción 22 también puede ser, sin embargo, una red de difracción en amplitud y en fase mixta.

El periodo de división de la red de difracción 22 corresponde al periodo de patrón de luz  $P_M$  requerido y la relación cresta-rendija de la red de difracción 22 se elige de 1:1. El ancho de una rendija de la red de difracción 22 corresponde, por tanto, al ancho  $B_M$  de una zona clara del patrón de luz periódico M y asciende a  $P_M/2$ .

La radiación emitida por la fuente de iluminación 23 monocromática, o al menos de banda estrecha, se dirige en paralelo con la óptica 24 y penetra en las rendijas transparentes de la red de difracción 22. Como fuente de iluminación 23 es apto, en particular, un LED u otra fuente de iluminación 23 de banda estrecha.

De acuerdo con la invención, la escala 10 es una red de difracción en fase, en el primer ejemplo de realización una red de difracción en fase reflectante. A este respecto, para maximizar la intensidad de las zonas claras del patrón de Vernier V se aprovechan en la invención varias propiedades de esta red de difracción en fase, concretamente

Óptica geométrica:

1. Reflexión con una red de difracción en fase reflectante y transmisión (dispersión rectilínea) con una red de difracción por transmisión

Óptica ondulatoria:

2. Interferencia destructiva
3. Difracción

En cuanto al punto 1:

Este efecto se basa en la reflexión pura de un haz de rayos que incide sobre una superficie plana de la red de difracción en fase y se consigue al ser la relación cresta-rendija de la red de difracción en fase distinta de 1:1. De este modo se consigue que las crestas S presenten en cada caso un ancho  $B_S$  mayor que el ancho  $B_M$  de una zona clara del patrón de luz M o que las rendijas L presenten en cada caso un ancho  $B_L$  mayor que el ancho  $B_M$  de una zona clara del patrón de luz M. En el ejemplo representado, las crestas S de la red de difracción en fase presentan un ancho  $B_S$  mayor dentro de un periodo de escala  $P_M$  que el ancho  $B_M$  de una zona clara del patrón de luz M, cumpliéndose que:

$$B_S > B_M$$

5 La escala 10 es eficaz, por tanto, para el patrón de luz M incidente, para la modulación de la reflexión en función de la ubicación. El patrón de luz M incidente incide, por tanto, con la posición momentánea P1 representada en la figura 2, sobre una zona representada a la izquierda de la escala 10, en la que el ancho  $B_M$  total incidente de la zona clara del patrón de luz M es reflejado por la escala 10 e incide sobre la disposición de detección 21. Esta zona del patrón de Vernier V que incide sobre la disposición de detección 21 se denomina, por tanto, zona clara y se designa en la figura 2 con "claro".

10 En cuanto al punto 2:

En este caso se aprovecha la interferencia destructiva de un haz de rayos parcial S1 que incide sobre una cresta S de la red de difracción en fase y es reflejado por la misma con un haz de rayos parcial S0 que incide sobre una rendija L de la red de difracción en fase y es reflejado por la misma.

15 Para ello, la desviación de fase entre cresta S y rendija L de la red de difracción en fase está configurada de tal manera que se suprime el orden de difracción cero. La desviación de fase eficaz para el patrón de luz M incidente entre cresta S y rendija L de la escala 10 es, para ello, de  $\lambda/2$ , siendo a este respecto  $\lambda$  la longitud de onda del patrón de luz M.

20 Debido a los diferentes periodos del patrón de luz M y de la escala 10, una parte del patrón de luz M incide, en la posición momentánea P0 representada la figura 2, también sobre una zona, representada a la derecha en la figura 2, de la escala 10. En la posición P0, la zona clara del patrón de luz M incidente se ve afectada con respecto a la fase y la difracción. Esta zona P0 está distanciada de la zona P1 una mitad del periodo de Vernier  $P_V$  en la dirección de medición X. Con respecto a la fase, tiene lugar una interferencia destructiva, de modo que se suprime el orden de difracción cero. En la ubicación P0 no incide por tanto nada de luz sobre la disposición de detección 21. Esta zona del patrón de Vernier V se denomina por tanto zona oscura y se designa en la figura 2 con "oscuro".

30 Suponiendo que la cresta S y rendija L de la escala 10 presenten las mismas propiedades de reflexión, para la interferencia destructiva completa también debería cumplirse que:

35 La cresta S de un periodo de escala  $P_T$  es en cada caso más ancha que la rendija L del periodo de escala  $P_T$ , y el ancho  $B_L$  de la rendija L asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz  $P_M$ , o la rendija L de un periodo de escala  $P_T$  es en cada caso más ancha que la cresta S del periodo de escala  $P_T$ , y el ancho  $B_S$  de la cresta S asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz  $P_M$

En el ejemplo, la relación rendija-cresta de la escala 10 y, por lo tanto, de la red de difracción en fase es de 1:3. Se consigue el mismo efecto cuando la relación cresta-rendija de la red de difracción en fase se elige de 1:3.

40 En cuanto al punto 3:

45 En este caso se aprovecha la difracción de un haz de rayos que incide sobre la red de difracción en fase y, a este respecto, se intensifica la intensidad de las zonas claras del patrón de Vernier V obtenida por la reflexión (como se explica en el punto 1 anterior) mediante una modulación de la difracción en función de la ubicación en la red de difracción en fase.

50 Como ya se ha explicado, debido a los diferentes periodos del patrón de luz M y de la escala 10, una parte del patrón de luz M incide, en la zona representada a la derecha en la figura 2, sobre la escala 10. En esta zona de la escala 10, una zona clara del patrón de luz M incidente se ve afectada con respecto a la fase y la difracción.

55 Con respecto a la difracción, en la posición P0 al menos uno de los órdenes de difracción superiores N ( $N \neq 0$ ) se desvía de tal manera en la dirección de medición X que, en la posición P1 —es decir en una zona clara del patrón de Vernier V—, incide sobre la disposición de detección 21. Este al menos un orden de difracción N superior incide en la trama del periodo de Vernier  $P_V$  sobre la disposición de detección 21. La zona P0 está distanciada de la zona P1 una mitad del periodo de Vernier  $P_V$  en la dirección de medición X.

En el dimensionamiento del dispositivo de medición de posición son importantes varios parámetros:

60 Para el ángulo de difracción  $\alpha$  del N-ésimo orden de difracción se cumple que

$$\text{sen } \alpha = N * \lambda / P_T$$

Para el ángulo de difracción  $\alpha$  relevante, pequeño en la práctica (en radianes) se cumple que:

$$\alpha = N * \lambda / P_T$$

Puesto que el haz de rayos sometido a difracción en la posición P0 en el ángulo de difracción  $\alpha$  debe incidir, desplazado  $P_V/2$ , sobre la disposición de detección 21, se cumple además que

$$D * \alpha = P_V / 2$$

y por tanto para la distancia D entre la escala 10 y la disposición de detección 21

$$D = P_V * P_T / (2 * N * \lambda)$$

En la figura 2, los órdenes de difracción negativos y los órdenes de difracción positivos del mismo orden se han designado igual con S2, ya que para el orden positivo y el orden negativo partiendo de la posición momentánea P0 se cumplen en cada caso las mismas condiciones.

Con ayuda de una estructura de prueba se comprobó la funcionalidad del dispositivo de medición de posición de acuerdo con la invención. Se eligieron los siguientes parámetros:

$$P_M = 20,5128 \mu\text{m}$$

$$P_T = 20,00 \mu\text{m}$$

$$P_V = 800 \mu\text{m}$$

$$\lambda = 860 \text{ nm}$$

Relación cresta-rendija de la escala 10 = 3:1

Si se usa el segundo orden de difracción  $N = 2$  de acuerdo con la invención, se obtiene para este orden de difracción un ángulo de difracción  $\alpha$  de unos  $5^\circ$ .

En estas condiciones se obtiene, para la distancia D entre la escala 10 y la disposición de detección 21, un valor de unos 4,5 mm. Se ha mostrado que los rayos S2 sometidos a difracción en la escala 10 todavía aumentan la intensidad de las zonas claras del patrón de Vernier V también con una variación de la distancia D. En el ejemplo, la distancia D puede adoptar valores de unos 3 mm a 6 mm, es decir que para D es admisible una tolerancia de  $\pm 1,5$  mm.

En la figura 3 está representado el diagrama de difracción de los rayos de difracción sometidos a difracción en la escala 10. Se traza la intensidad I de los órdenes de difracción en función de las posiciones X, correspondiendo las posiciones P0 y P1 a las posiciones momentáneas dibujadas en la figura 2. Además, en la figura 3 está indicada la posición P2, que es la posición distanciada PV de P1, es decir el centro de la siguiente zona clara del patrón de Vernier V.

Para incrementar la intensidad de las zonas claras del patrón de Vernier pueden utilizarse órdenes de difracción de número par y/o de número impar ( $N \neq 0$ ) y tenerse en cuenta en la configuración.

La disposición de detección 21 se compone de varios detectores 211, 212, 213, 214, 215, que están dispuestos unos adyacentes a otros en la dirección de medición X. Para generar K señales de barrido desplazadas en fase unas respecto a otras están dispuestos K elementos detectores 211, 212, 213, 214 dentro de un periodo de Vernier  $P_V$ .

En términos generales, para el barrido del patrón de Vernier V está dispuesta una disposición de detección 21 con K elementos detectores para generar K señales de barrido desplazadas en fase  $360^\circ/K$  unas respecto a otras, siendo la distancia entre centros de elementos detectores adyacentes  $X_K = P_V/K$ , con

$$1/P_V = | 1/P_T - 1/P_M |$$

$P_V$  = periodo de Vernier

$P_T$  = periodo de escala

$P_M$  = periodo de patrón de luz

Si se generan cuatro señales de barrido desplazadas en fase en cada caso  $90^\circ$  unas respecto a otras, han de disponerse  $K=4$  elementos detectores 211, 212, 213, 214 dentro de un periodo de Vernier  $P_V$ .

Los elementos detectores 211, 215 de la disposición de detección 21, que suministran en cada caso señales de barrido de la misma fase durante el barrido del patrón de Vernier V, pueden conectarse eléctricamente entre sí y sumarse para dar lugar a una señal de barrido resultante. Dicho de otro modo: varios K-ésimos elementos detectores 211, 215 de la disposición de detección 21 pueden conectarse entre sí en cada caso para formar una

señal de barrido de suma resultante.

5 En el primer ejemplo de realización, la escala 10 está realizada como red de difracción en fase reflectante. La figura 4 muestra que la invención también puede utilizarse, al trasluz, a este respecto la escala 100 está realizada como red de difracción en fase transparente.

10 Para este segundo ejemplo de realización se cumplen las mismas condiciones que las explicadas en el primer ejemplo de realización, por lo que solo se ha usado para la escala un número de referencia diferente, pero se han respetado los demás números de referencia.

15 En caso de usar una red de difracción por reflexión como red de difracción en fase (escala 10), las zonas claras del patrón de Vernier V aparecen en las posiciones P1 de la red de difracción en fase, en las que se reflejan por completo de vuelta las zonas claras del patrón de luz M. A diferencia de esto, las zonas claras del patrón de Vernier V aparecen, en caso de usar una red de difracción por transmisión como red de difracción en fase (escala 100), en las posiciones P1, en las que atraviesan por completo las zonas claras del patrón de luz M.

20 En caso de usar una red de difracción por reflexión como red de difracción en fase (escala 10), las zonas oscuras del patrón de Vernier V aparecen en las posiciones P0 de la red de difracción en fase, en las que las zonas claras del patrón de luz M se suprimen por interferencia destructiva de haces de rayos parciales reflejados S0, S1 (figura 2). A diferencia de esto, las zonas oscuras del patrón de Vernier V aparecen, en caso de usar una red de difracción por transmisión como red de difracción en fase (escala 100), en las posiciones P0, en las que las zonas claras del patrón de luz M se suprimen por interferencia destructiva de haces de rayos parciales transmitidos S0, S1 (figura 4).

25 En caso de usar una red de difracción por reflexión como red de difracción en fase (escala 10), las zonas claras del patrón de Vernier V que aparecen en las posiciones P1, P2 de la red de difracción en fase se intensifican por rayos de difracción que se someten a difracción en la red de difracción en fase en las posiciones P0 por reflexión. A diferencia de esto, en caso de usar una red de difracción por transmisión como red de difracción en fase (escala 100), las zonas claras del patrón de Vernier V que aparecen en las posiciones P1, P2 de la red de difracción en fase se intensifican por rayos de difracción que se someten a difracción en la red de difracción en fase en las posiciones P0 mediante transmisión.

30 La invención puede utilizarse en dispositivos de medición de longitud para medir movimientos lineales y posiciones así como en dispositivos de medición angular para medir movimientos rotatorios y posiciones.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo óptico de medición de posición para medir la posición relativa entre dos objetos que se mueven uno respecto a otro en la dirección de medición (X), con una escala (10, 100) y un dispositivo de barrido (2) que se mueve con respecto a la escala (10, 100) en la dirección de medición (X) con una fuente de iluminación (23) y una disposición de detección (21), estando configurado el dispositivo de barrido (2) para arrojar sobre la escala (10, 100) un patrón de luz (M) con zonas claras y zonas oscuras alternantes en la dirección de medición (X) con un periodo de patrón de luz ( $P_M$ ), presentando la escala (10, 100) un periodo de escala ( $P_T$ ) que difiere ligeramente del periodo de patrón de luz ( $P_M$ ), de tal manera que, mediante la interacción del patrón de luz (M) con la escala (10, 100), se genera un patrón de Vernier (V) que presenta zonas claras y zonas oscuras, que son sometidas a barrido por la disposición de detección (21),

**caracterizado por que**

la escala (10, 100) es una red de difracción en fase, cuya relación ancho de cresta ( $B_S$ ) a ancho de rendija ( $B_L$ ) es distinta de 1:1, al ser la cresta (S) de un periodo de escala ( $P_T$ ) en cada caso más ancha que la rendija (L), y al ser la cresta (S) más ancha que una zona clara del patrón de luz (M), o al ser la rendija (L) de un periodo de escala ( $P_T$ ) en cada caso más ancha que la cresta (S), y al ser la rendija (L) más ancha que una zona clara del patrón de luz (M), y por que

la desviación de fase entre cresta (S) y rendija (L) de la red de difracción en fase está configurada de tal manera que se suprime el orden de difracción cero, y por que

el dispositivo de medición de posición está configurado de tal manera que, en la posición ( $P_0$ ) en la que se suprime el orden de difracción cero de una zona clara del patrón de luz (M) incidente, se desvía al menos un orden de difracción superior e incide sobre la disposición de detección (21) en una de las zonas claras del patrón de Vernier (V).

2. Dispositivo óptico de medición de posición según la reivindicación 1, en donde la cresta (S) de un periodo de escala ( $P_T$ ) es en cada caso más ancha que la rendija (L) del periodo de escala ( $P_T$ ) y el ancho ( $B_L$ ) de la rendija (L) del periodo de escala ( $P_T$ ) asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz ( $P_M$ ), o en donde la rendija (L) es en cada caso más ancha que la cresta (S) de la red de difracción en fase, y el ancho ( $B_S$ ) de la cresta (S) asciende a un 50 % del periodo de patrón de luz ( $P_M$ ).

3. Dispositivo óptico de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la relación ancho de cresta ( $B_S$ ) a ancho de rendija ( $B_L$ ) o la relación ancho de rendija ( $B_L$ ) a ancho de cresta ( $B_S$ ) de la red de difracción en fase es de 1:3.

4. Dispositivo óptico de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la desviación de fase de la red de difracción en fase es de  $\lambda/2$ .

5. Dispositivo óptico de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo de barrido (2) presenta una disposición de emisión (23, 24) y una red de difracción (22), y en donde la disposición de emisión (23, 24) comprende la fuente de iluminación (23) y una óptica (24) y está configurada para generar un haz colimado de rayos de luz, dirigido sobre la red de difracción (22), y el haz colimado de rayos de luz genera, mediante la interacción con la red de difracción (22), el patrón de luz (M).

6. Dispositivo óptico de medición de posición según la reivindicación 5, en donde la relación ancho de cresta ( $B_S$ ) a ancho de rendija ( $B_L$ ) de la red de difracción (22) para generar el patrón de luz (M) asciende a 1:1.

7. Dispositivo óptico de medición de posición según una de las reivindicaciones 5 o 6, en donde la red de difracción (22) para generar el patrón de luz (M) es una red de difracción en amplitud o una red de difracción en fase.

8. Dispositivo óptico de medición de posición según una de las reivindicaciones precedentes, en donde la disposición de detección (21) comprende varios detectores (211, 212, 213, 214, 215) para realizar un barrido del patrón de Vernier (V) y para generar K señales de barrido desplazadas en fase  $360^\circ/K$  unas respecto a otras, en donde, para la distancia entre centros  $X_K$  de detectores (211, 212, 213, 214, 215) adyacentes, se cumple que

55 
$$X_K = P_V/K,$$

con

$$1/P_V = | 1/P_T - 1/P_M |$$

60  $P_V$  = periodo de Vernier

$P_T$  = periodo de escala

$P_M$  = periodo de patrón de luz

9. Dispositivo óptico de medición de posición según la reivindicación 8, en donde en cada caso varios K-ésimos detectores (211, 215) de la disposición de detección (21) están conectados entre sí para formar una señal de barrido de suma resultante.

FIG.1

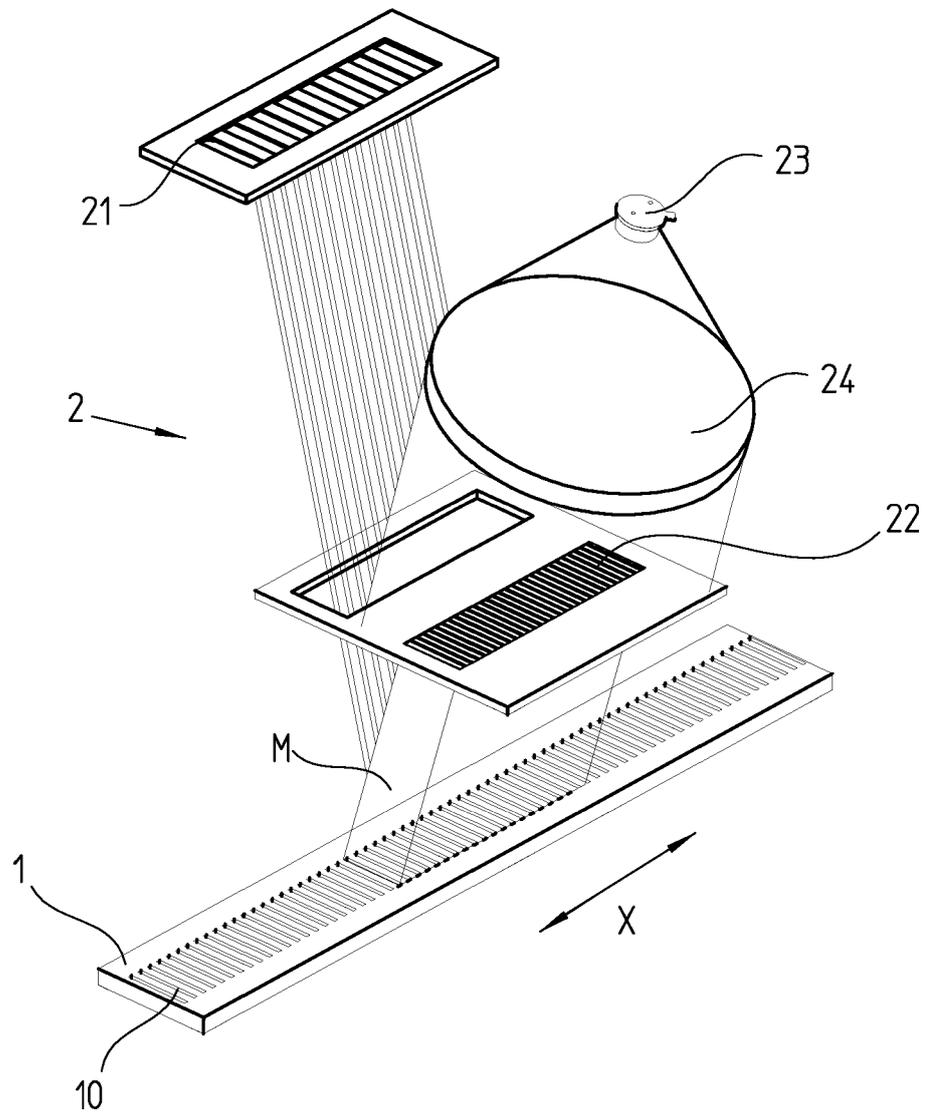


FIG.2

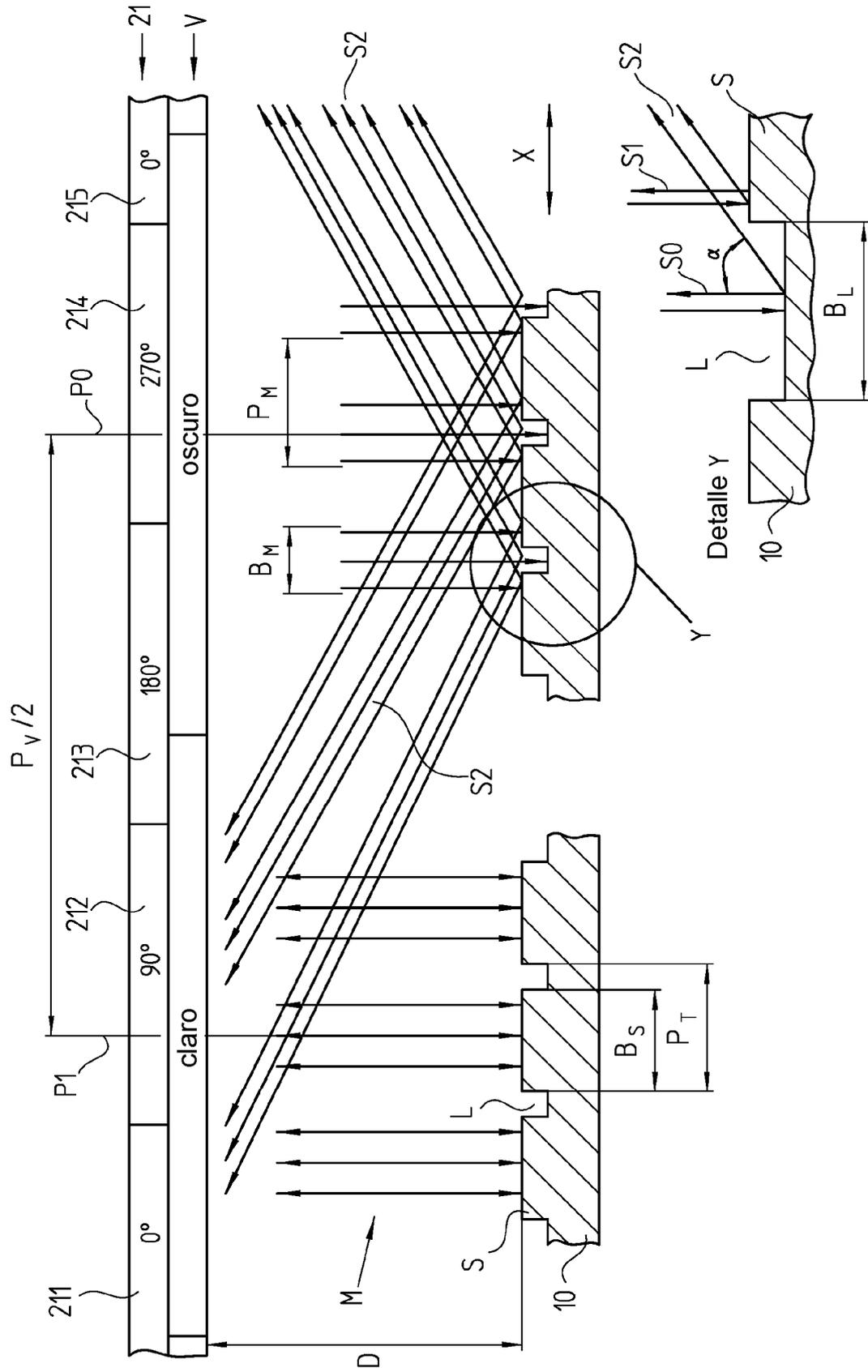


FIG.3

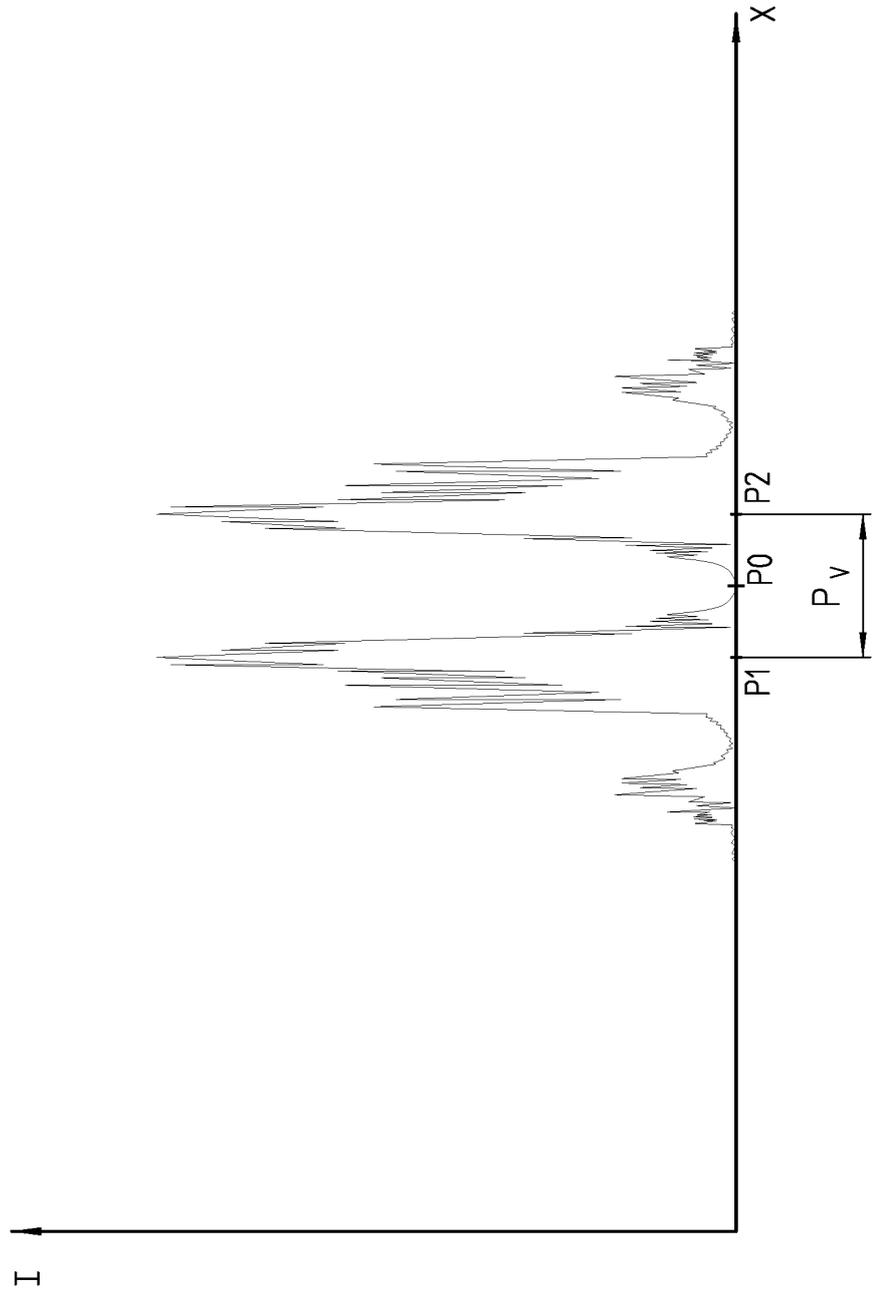


FIG.4

