

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 321**

51 Int. Cl.:

**G01D 5/36**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2004 E 04380060 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 1577646**

54 Título: **Encoder óptico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.12.2014**

73 Titular/es:

**FAGOR, S.COOP. (100.0%)  
Apartado 67, Barrio San Andrés, s/n  
20500 Mondragón (Gipuzkoa), ES**

72 Inventor/es:

**MORLANES CALVO, TOMÁS**

74 Agente/Representante:

**IGARTUA IRIZAR, Ismael**

**ES 2 524 321 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**

Encoder óptico

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a dispositivos de medición mediante los que se determina la posición relativa de un primer elemento y de un segundo elemento.

10 ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

15 Son conocidos dispositivos de medición para determinar la posición relativa entre un primer elemento y un segundo elemento que se desplazan uno con respecto al otro, siendo por ejemplo el primer elemento una bancada de una máquina de mecanizado y el segundo elemento un carro que se desplaza con respecto a dicha bancada. Dichos dispositivos de medición comprenden una regla graduada incorporada en un soporte fijado al primer elemento.

Son conocidos dispositivos de medición de posiciones absolutas que comprenden una regla graduada que tiene una pista absoluta y una pista incremental. Cada una de dichas pistas están formadas por una sucesión de rayas.

20 Estos dispositivos de medición comprenden también, incorporados en el segundo elemento, medios de emisión de luz que emiten un haz de luz a través de dicha regla, medios sensores de luz que reciben a través de dicha regla dicho haz de luz, y medios de procesado que reciben desde los medios sensores de luz una señal representativa de la señal de luz recibida por dichos medios sensores de luz.

25 Existen dispositivos de medición de posiciones absolutas cuya pista absoluta está constituida por un código pseudoaleatorio, pudiendo los medios de procesado determinar la posición de un elemento móvil con respecto a un elemento fijo en cada momento en función del valor de dicho código, es decir, en función de la secuencia de rayas de la pista absoluta que corresponda a cada posición. Los medios de procesado conocen dicha secuencia de rayas en función de la señal recibida por los medios sensores de luz a través de la regla.

30 En este tipo de dispositivos de medición en particular, pero también en otros dispositivos de medición basados en los mismos principios ópticos, se pretende que la señal de luz recibida por los medios sensores de luz sea una señal de luz con zonas de ausencia de luz en las partes enfrentadas con rayas de la pista, y zonas de luz en las partes enfrentadas con zonas de la pista sin rayas, siendo los flancos entre las zonas de ausencia de luz y las zonas de luz lo más abruptos posibles, dando lugar, en una situación ideal, a una señal de forma cuadrada. Así pues, la difusión de la señal recibida a través de la regla es un efecto indeseado, ya que, cuanto mayor sea dicha difusión, más se alejará la señal recibida de la señal de forma cuadrada ideal.

35 Para evitar el efecto de la difusión de la luz, es necesario que los medios sensores de luz emitan un haz de luz colimado. Para ello, dicho haz de luz se transmite a través de lentes o espejos en los que incide la luz emitida por una fuente de luz.

40 US 6,492,637 B1 divulga un aparato de medida de dimensiones que comprende un elemento móvil adaptado para moverse para medir dimensiones, un dispositivo de rejilla para moverse con el elemento móvil, un dispositivo óptico para irradiar el dispositivo de rejilla, un dispositivo receptor de luz para recibir la luz radiada del dispositivo óptico y transmitida a través del dispositivo de rejilla y para generar una señal de onda no sinusoidal de acuerdo con el movimiento del elemento móvil, y un dispositivo de procesamiento para medir la distancia de desplazamiento del elemento móvil sobre la base de la señal de onda no sinusoidal.

50 EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El principal objeto de la invención es el de proporcionar un dispositivo de medición para determinar la posición relativa entre dos elementos de una manera precisa.

55 El dispositivo de medición de la invención según se define en la reivindicación 1 comprende una regla graduada incorporada en el primer elemento, comprendiendo dicha regla al menos una pista con una pluralidad de rayas, y comprende también, incorporados en el segundo elemento, medios de emisión de luz que emiten un haz de luz a dicha regla, y medios sensores de luz que reciben, a través de la regla o bien reflejada en dicha regla, una señal de luz que comprende zonas de máximos de intensidad de luz, zonas de mínimos de intensidad de luz, y flancos entre dichas zonas de máximos de intensidad de luz y dichas zonas de mínimos de intensidad de luz. Comprende además medios de procesado que reciben desde los medios sensores de luz una señal representativa de la señal de luz recibida por dichos medios sensores de luz.

5 El haz de luz emitido por los medios de emisión de luz tiene una difusión tal que hace que la señal recibida por los medios sensores de luz tenga flancos de una pendiente determinada, empleando los medios de procesado, para calcular la posición relativa, una pluralidad de puntos de cada uno de dichos flancos. El dispositivo de medición de la invención aprovecha pues, para determinar la posición relativa, un efecto que se ha considerado indeseado en el estado de la técnica: la difusión del haz de luz emitido por los medios emisores de luz.

10 En los dispositivos de medición del estado de la técnica, los flancos de la señal recibida por los medios sensores de luz son muy abruptos, conociendo los medios de procesado a lo sumo la intensidad de luz en un punto de cada flanco. Así, la precisión que pueden obtener los medios de procesado en la medida de la posición relativa está limitada por el hecho de que se emplea un único punto de interpolación en cada flanco.

15 En el dispositivo de medición de la invención, los medios de procesado emplean una pluralidad de puntos de cada flanco, con lo cual la medición de la posición relativa es más precisa, ya que los medios de procesado determinan la posición relativa considerando una pluralidad de puntos de interpolación en cada flanco. Evidentemente, cuanto mayor es el número de puntos de interpolación empleados, mayor es la precisión obtenida en la medida.

20 Por otra parte, en el dispositivo de medición de la invención se puede prescindir de lentes y espejos para la transmisión del haz de luz, ya que no hace falta colimar dicho haz de luz. Prescindiendo de lentes y espejos, además del consiguiente ahorro de costes, se consigue reducir el tamaño de los medios de emisión de luz.

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

#### 25 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es una vista esquemática de una realización del dispositivo de medición de la invención.

30 La FIG. 2 muestra una vista esquemática simplificada de un dispositivo de medición con una fuente de luz extensa, así como la señal obtenida en los medios sensores.

La FIG. 3 muestra una vista esquemática simplificada de la realización de la FIG. 1, así como la señal obtenida en los medios sensores.

35 La FIG. 4 muestra una vista esquemática de una realización de la invención que comprende una pista absoluta y una pista incremental.

#### EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

40 Con referencia a la figura 1, el dispositivo de medición 1 de la invención comprende una regla graduada 2 incorporada en un primer elemento, comprendiendo dicha regla 2 al menos una pista 20 con una pluralidad de rayas 200, y comprende también, incorporados en el segundo elemento:

- Medios de emisión de luz 3 que emiten un haz de luz a través de dicha regla 2, y
- medios sensores de luz 4 que reciben, a través de dicha regla 2, una señal de luz que comprende zonas de máximos de intensidad de luz, zonas de mínimos de intensidad de luz, y flancos entre dichas zonas de máximos de intensidad de luz y dichas zonas de mínimos de intensidad de luz.

50 El dispositivo de medición 1 de la invención comprende medios de procesado 5 que reciben desde los medios sensores de luz 4 una señal representativa de la señal de luz recibida por dichos medios sensores de luz 4. Los medios emisores de luz 3 están dispuestos en una placa de circuito impreso 6.

55 Aunque en el dispositivo de medición 1 ilustrado en la figura 1 la señal de luz llega a los medios sensores de luz 4 a través de la regla 2, la realización del dispositivo de medición 1 podría ser tal que dicha señal de luz llegase a los medios sensores de luz 4 desde la regla 2 por reflexión.

60 El haz de luz emitido por los medios de emisión de luz 3 tiene una difusión tal que hace que la señal recibida por los medios sensores de luz 4 tenga flancos de una pendiente determinada. Los medios de procesado 5, que pueden ser por ejemplo del tipo DSP ("procesador de señales digitales"), emplean una pluralidad de puntos de cada uno de dichos flancos para calcular la posición relativa.

Los medios sensores de luz 4 comprenden una matriz de sensores 40 y son del tipo CCD ("dispositivo de carga acoplada") o similar. Una matriz de sensores 40 típico comprende una hilera de 1024 sensores o píxeles con un paso

de 7.8µm. En un dispositivo de medición con medios sensores de luz 4 de estas características y que emplea un haz de luz colimado, los flancos de la señal recibida en dichos sensores de luz 4 son abruptos, con lo cual, los medios de procesado 5 reciben para cada flanco el valor de un único punto, el correspondiente a un único píxel. Así pues, para medir la posición relativa con precisión, los medios de procesado 5 emplean un único punto de interpolación.

5 En el dispositivo de medición 1 de la invención, sin embargo, los flancos no son abruptos, con lo cual, para medir la posición relativa con precisión, los medios de procesado 5 emplean en cada flanco una pluralidad de puntos de interpolación.

10 En una realización preferente, el haz de luz emitido por los medios de emisión de luz 3 tiene una difusión tal que hace que la señal recibida por los medios sensores de luz 4 tenga una forma triangular, es decir, se alargan los flancos de tal manera que a una sucesión alternativa de rayas 200 y espacios vacíos en la pista 20 corresponde una señal de luz con flancos de subida y bajada consecutivos, sin que haya, entre dichos flancos de subida y dichos flancos de bajada, zonas de máximos de intensidad y zonas de mínimos de intensidad separando dichos flancos.

15 Los medios de emisión de luz 3 del dispositivo de medición 1 de la invención pueden prescindir de lentes y espejos, ya que el haz de luz emitido por dichos medios de emisión de luz 3 no ha de estar colimado. Así, en la realización de la figura 1 los medios de emisión de luz 3 comprenden una fuente de luz de una anchura determinada h, siendo el haz de luz que emiten los medios de emisión de luz 3 el haz generado por dicha fuente de luz.

20 La señal de luz Sr que se recibe en los medios sensores de luz 4 cuando el haz de luz se emite directamente desde una fuente de luz de una anchura determinada h es la mostrada en la figura 2. La forma de dicha señal Sr se puede deducir a partir de las señales teóricas St que se obtendrían para los puntos extremos de la fuente de luz. Dicha señal Sr tiene zonas de máximos de intensidad M, zonas de mínimos de intensidad m, y flancos f.

25 Según se indica en la figura 3, la pista 20 tiene un paso básico p determinado, la fuente de luz de los medios de emisión de luz 3 está a una distancia determinada s1 de dicha pista 20, y dicha pista 20 está a una distancia determinada s2 de los medios sensores de luz 4. La pendiente de los flancos f de la señal de luz recibida por los medios sensores de luz 4 está determinada en función de la relación entre la anchura h de la fuente de luz, el paso p de la pista 20 (o lo que es lo mismo, la anchura p de las rayas 200), la distancia s1 y la distancia s2.

30 En la realización preferente de la invención, la señal obtenida en los medios sensores 4 es una señal triangular. La relación óptima entre las anchuras h y p y las distancias s1 y s2 para que se obtenga una señal de estas características es la siguiente:

35

$$\frac{p}{s_2} = \frac{h}{s_1 + s_2}$$

40 Con esta relación de distancias se obtiene, tal como se muestra en la figura 3, una señal Sr en la que aparecen flancos f consecutivos. En este caso, los mínimos de intensidad corresponden con puntos de ausencia de luz.

45 Los medios de procesado 5 comprenden medios de cálculo mediante los cuales se determina la posición relativa a partir de la intensidad recibida en cada uno de los píxeles de la matriz de sensores 40. En la realización preferente de la invención, se puede obtener una resolución en el cálculo mayor de la que se obtendría en una realización en la que los flancos de la señal obtenida en los medios sensores 4 fuesen abruptos.

50 Empleando una matriz de sensores 40 con 1024 píxeles con un paso de 7.8µm, y siendo las rayas 200 de una anchura p=80µm, en una realización en la que los flancos fuesen abruptos, tendríamos que, dado que el paso básico p es de 80µm y el paso de los píxeles es de 7.8µm, a cada paso básico p corresponderían 10.26 píxeles, lo que da lugar, teniendo en cuenta que la matriz de sensores 40 comprende 1024 píxeles, a un máximo de aproximadamente 100 píxeles correspondientes a flancos de la señal de luz recibida. Dado que habitualmente la pista 20 es una pista absoluta con un código pseudoaleatorio, habría un promedio de aproximadamente 50 píxeles correspondientes a flancos. Teniendo en cuenta que el paso básico p es de 80µm, la resolución básica propia del sistema sería:

55

$$\frac{80}{50} = 1.60 \mu m$$

En la realización preferente de la invención, para una secuencia alternativa de unos y ceros, los valores de los 1024 píxeles corresponderían todos ellos a puntos de los flancos de la señal recibida en los medios sensores 4. Para un código pseudoaleatorio, tendríamos un promedio de 512 píxeles correspondientes a puntos de los flancos, lo que da lugar a la siguiente resolución básica:

5

$$\frac{80}{512} = 0.16 \mu m$$

10 En la realización más habitual del dispositivo de medición 1 de la invención, representada en la figura 4, la pista 20 es una pista absoluta y la regla 2 comprende también una pista incremental 21. El dispositivo de medición 1 comprende unos segundos medios de emisión de luz 3' y unos segundos medios sensores de luz 4' asociados con dicha pista incremental 21.

15 Una disposición ventajosa de dichos segundos medios de emisión de luz 3' y de dichos segundos medios sensores de luz 4' es la mostrada en la figura 4. Según se observa en dicha figura 4, los segundos medios de emisión de luz 3' están dispuestos en el lado de la regla 2 en el que están los medios sensores de luz 4, y los segundos medios sensores de luz 4' están en el lado de la regla 2 en el que están los medios emisores de luz 3.

20 Esta disposición tiene, con respecto a las disposiciones en las que los dos medios emisores de luz 3 y 3' están a un lado de la regla 2 y los dos medios sensores de luz 4 y 4' están al otro lado de la regla 2, la ventaja de que se evitan las posibles interferencias entre el haz de luz de los medios emisores de luz 3 y el haz de luz de los medios emisores de luz 3'.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Dispositivo de medición para determinar la posición relativa entre un primer elemento y un segundo elemento que se desplazan uno con respecto al otro, que comprende una regla graduada (2) incorporada en el primer elemento, comprendiendo dicha regla (2) al menos una pista (20) absoluta con una pluralidad de rayas (200) con una anchura predeterminada (p), y que comprende también, incorporados en el segundo elemento, medios de emisión de luz (3) que emiten un haz de luz a dicha regla (2), y medios sensores de luz (4) que comprenden una matriz de sensores (40) que reciben, a través de la regla (2) o reflejada en dicha regla (2), una señal de luz que comprende zonas de máximos de intensidad de luz, zonas de mínimos de intensidad de luz, y flancos entre dichas zonas de máximos de intensidad de luz y dichas zonas de mínimos de intensidad de luz, y comprendiendo además el dispositivo de medición (1) medios de procesado (5) que reciben desde los medios sensores de luz (4) una señal representativa de la señal de luz recibida por dichos medios sensores de luz (4), **caracterizado porque** el haz de luz emitido por los medios de emisión de luz (3) tiene una difusión tal que hace que la señal recibida por los medios sensores de luz (4) tenga flancos de una pendiente determinada en vez de ser una señal de forma cuadrada, empleando los medios de procesado (5), en vez de un único punto de interpolación, una pluralidad de puntos de cada uno de dichos flancos para calcular la posición relativa.
- 10
- 15
- 20 2.- Dispositivo de medición según la reivindicación 1, en donde los medios de emisión de luz (3) comprenden una fuente de luz de una anchura determinada (h), siendo el haz de luz emitido por los medios de emisión de luz (3) el haz generado por dicha fuente de luz.
- 25 3.- Dispositivo de medición según la reivindicación 2, en donde la fuente de luz de los medios de emisión de luz (3) está a una distancia determinada (s1) de la pista (20), y dicha pista (20) está a una distancia determinada (s2) de los medios sensores de luz (4), estando determinada la pendiente de los flancos de la señal de luz recibida por los medios sensores de luz (4) en función de la relación entre la anchura (h) de la fuente de luz, la anchura (p) de las rayas (200), la distancia (s1) y la distancia (s2).
- 30 4.- Dispositivo de medición según la reivindicación 3, en donde la relación entre la anchura (h) de la fuente de luz, la anchura (p) de las rayas (200) y las distancias (s1,s2) es tal que la señal de luz recibida por los medios sensores de luz es una señal triangular.
- 35 5.- Dispositivo de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la regla (2) comprende también una pista incremental (21), comprendiendo el dispositivo de medición (1) unos segundos medios de emisión de luz (3') y unos segundos medios sensores de luz (4') asociados con dicha pista incremental (21), estando dichos segundos medios de emisión de luz (3') en el lado de la regla (2) en el que están los medios sensores de luz (4) y estando los segundos medios sensores de luz (4') en el lado de la regla (2) en el que están los medios emisores de luz (3).

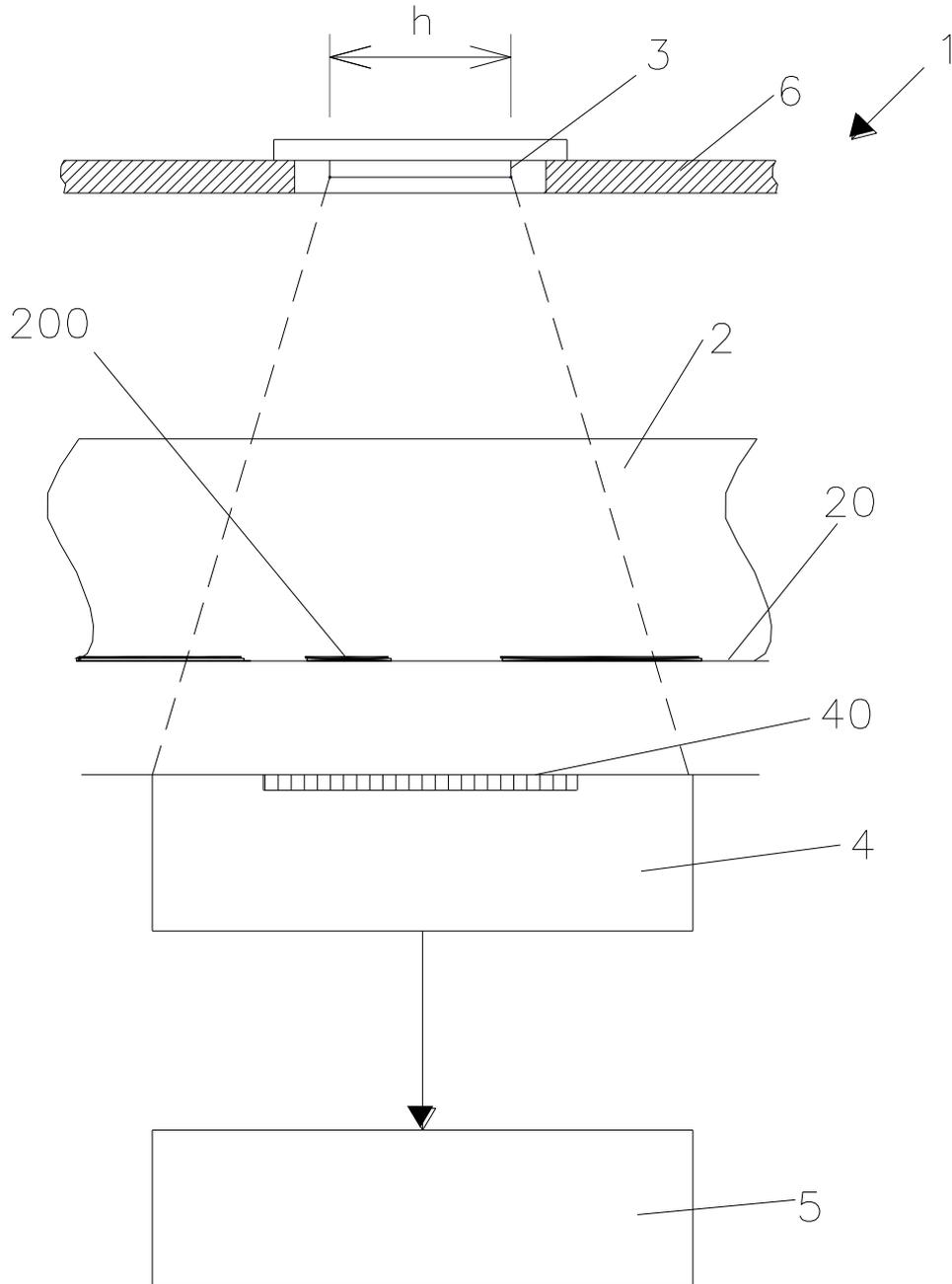
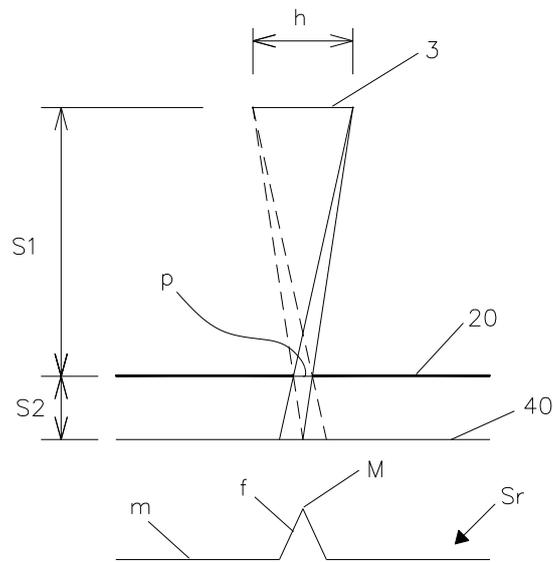
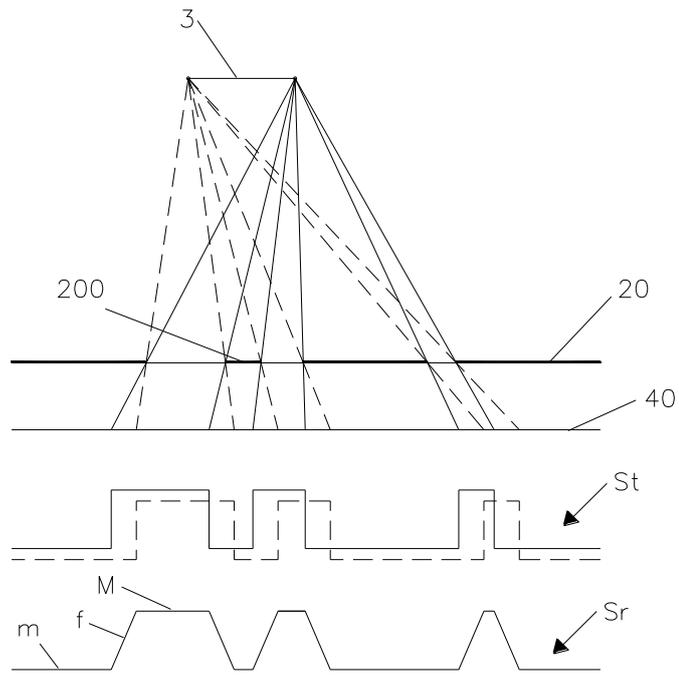


Fig. 1



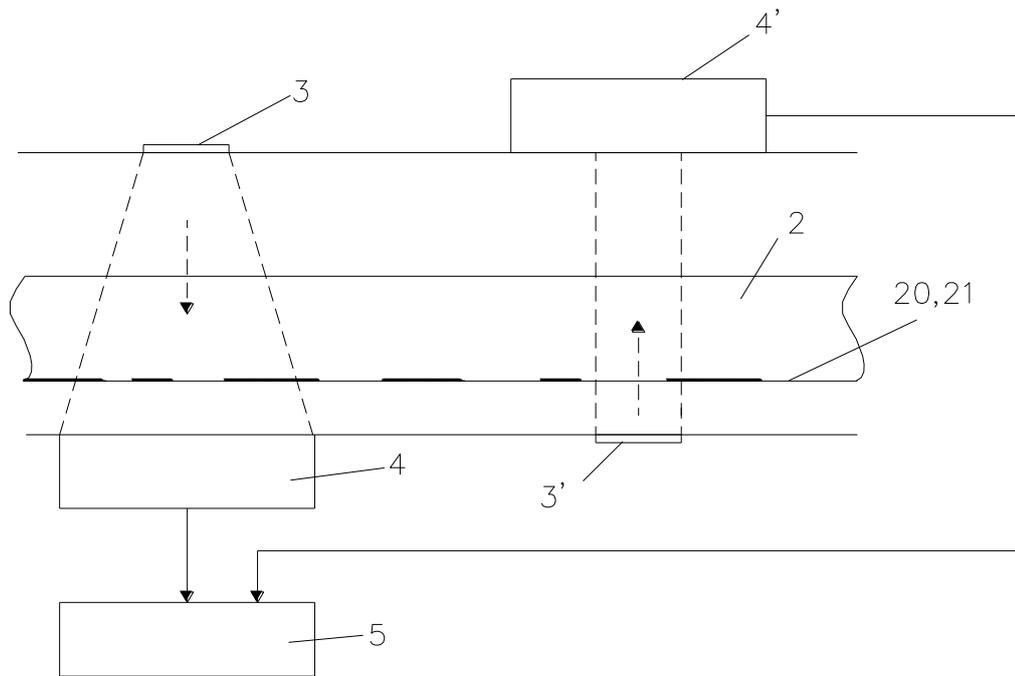


Fig. 4