

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 376**

51 Int. Cl.:

G01D 5/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2022** **E 22275108 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024** **EP 4134634**

54 Título: **Aparato codificador de posición**

30 Prioridad:

12.08.2021 EP 21275112
09.08.2022 WO PCT/GB2022/052072

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.08.2024

73 Titular/es:

RENISHAW PLC (100.0%)
New Mills
Wotton-under-Edge, Gloucestershire GL12 8JR,
GB

72 Inventor/es:

FISHER, HARRISON, CLINTON

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 977 376 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

Aparato codificador de posición

5 Esta invención se refiere a un aparato codificador de medición de posición.

10 Un aparato codificador de medición de posición, denominado en lo sucesivo "aparato codificador" o "codificador de posición", puede utilizarse para determinar el movimiento entre dos partes relativamente móviles de un aparato. Un codificador de posición normalmente comprende una escala y una cabeza lectora, una proporcionada en una parte del aparato y la otra en la otra parte del aparato. La escala puede comprender una serie de características que la cabeza lectora puede leer para medir su posición (y/o sus derivadas tales como velocidad y/o aceleración) a lo largo de la dirección de medición de la escala. Las características de la escala, por ejemplo, podrían proporcionarse sobre un sustrato que está fijado a la parte del aparato, o incluso podrían formarse integralmente como parte del aparato.

15 Un codificador de posición denominado "incremental" puede funcionar, por ejemplo, "contando" su posición a lo largo de la longitud de la escala, por ejemplo, desde su posición inicial y/o desde un(os) marcador(es) de referencia definido(s) en la escala. Como se entenderá, la manera en que se realiza el "conteo" de la posición de la cabeza lectora puede variar de un aparato codificador a otro. Una manera es generar un campo resultante, tal como un campo de franjas, puntos modulados o una imagen, en un detector en la cabeza lectora que cambia con el movimiento relativo. Por ejemplo, la luz de una fuente (por ejemplo, dentro de la cabeza lectora) puede incidir en la escala que difracta la luz en varios órdenes de difracción. Opcionalmente, puede configurarse un elemento óptico (por ejemplo, una rejilla de difracción y/o lente) dentro de la cabeza lectora para hacer que los órdenes de difracción de la escala se recombinen en el detector para producir el campo resultante. A medida que la escala y la cabeza lectora se mueven una con respecto a la otra, el campo resultante cambia. La cabeza lectora puede registrar y/o informar el movimiento y la posición monitorizando el cambio del campo resultante (por ejemplo, el movimiento del campo de franjas). Dicho codificador de posición se describe en el documento US5861953. Como se entenderá, pueden proporcionarse marcas de referencia, por ejemplo junto a y/o incrustadas dentro de las características de difracción de la escala, para proporcionar posiciones de referencia definidas. Dicho codificador de posición se describe en el documento US7659992.

20 También se conocen los codificadores de posición denominados "absolutos", que permiten determinar la posición absoluta de la cabeza lectora con respecto a una escala sin necesidad de contar desde una posición predeterminada, tal como una marca de referencia o una posición final de la escala. Los codificadores de posición absolutos normalmente comprenden una escala con datos de posición únicos formados en ella a lo largo de la longitud de medición de la escala. Los datos pueden tener la forma de, por ejemplo, una secuencia pseudoaleatoria o palabras de código discretas. Leyendo estos datos a medida que lector de escala pasa sobre la escala, el lector de escala puede determinar su posición absoluta. Ejemplos de codificadores de posición absolutos se describen en los documentos US7499827, US10132657 y US2012/0072169. Se conoce el uso de escalas incrementales junto con escalas absolutas. También se conoce (y se describe por ejemplo en el documento US7499827) que la escala absoluta conserva suficiente periodicidad de manera que puede utilizarse la escala como escala incremental periódica. De cualquier manera, dicha escala incremental puede utilizarse, por ejemplo, para ajustar con precisión la posición absoluta determinada. Por ejemplo, después de que se haya determinado la posición absoluta en el inicio, puede medirse posteriormente la posición relativa de la cabeza lectora y la escala "contando" el cambio de posición utilizando la escala incremental. Dicha escala incremental puede leerse de la misma manera que se mencionó anteriormente, por ejemplo, analizando un campo resultante producido (en un sensor en la cabeza lectora) por la recombinación de órdenes de difracción creadas por la escala.

25 Es conocido proporcionar un sensor para leer la escala, que comprende una matriz unidimensional de píxeles alargados, tal como los mostrados y descritos en relación con los documentos US7659992, US10670431 y WO2010/128279. Los píxeles alargados son particularmente útiles al detectar características de la escala unidimensional alargadas porque al aumentar su longitud aumenta la fotometría del sistema. En comparación con los píxeles y fotodiodos utilizados en los sensores de cámaras de propósito general, se sabe que los sensores utilizados en las cabezas lectoras para leer la escala tienen píxeles que comprenden fotodiodos inusualmente largos. Por ejemplo, los píxeles del sensor unidimensional de la cabeza lectora RESOLUTE disponible de Renishaw plc comprenden cada uno un fotodiodo que tiene aproximadamente 1 mm de largo y 7 μm de ancho (una relación de aproximadamente 143:1); en donde la longitud del píxel se mide perpendicular a la dirección de medición de la escala/cabeza lectora. Para mejorar los tiempos de lectura de carga, en lugar de extraer la carga del fotodiodo a través de una línea de lectura, el sensor utilizado en la cabeza lectora RESOLUTE está configurado para extraer la carga de cada fotodiodo en varios puntos diferentes a lo largo de su longitud, a través de varios puntos de derivación conectados al fotodiodo a lo largo de su longitud (en particular, a través de 8 puntos de derivación) para reducir la distancia entre los puntos sensibles a la luz en el fotodiodo hasta una línea de lectura. También se conoce de la cabeza lectora RESOLUTE que proporciona más píxeles de los necesarios. Por ejemplo, RESOLUTE comprende 320 píxeles, pero sólo 256 son realmente necesarios y se utilizan para obtener una imagen de la escala (por ejemplo, como se describe en el documento WO2010/128279).

65 La presente invención se refiere a mejoras en el sensor utilizado en una cabeza lectora para leer la escala.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un codificador de medición de posición que comprende una escala y una cabeza lectora, comprendiendo la cabeza lectora un sensor para detectar la escala, comprendiendo el sensor una matriz unidimensional de píxeles columnares, configurado de manera que el sensor/matriz unidimensional de píxeles columnares se divide en una pluralidad de filas, en donde cada píxel columnar tiene al menos una sección de detección individual en cada fila dispuesta para contribuir a la salida del píxel columnar. Preferiblemente, cada fila de secciones de detección individuales (del sensor/matriz unidimensional de píxeles columnares) puede activarse individualmente de modo que pueda elegirse selectivamente qué una o más de (en otras palabras, "qué uno o pluralidad de") las secciones de detección individuales en los píxeles columnares contribuyen a la salida de cada píxel columnar y cambiarse fila por fila. En otras palabras, preferiblemente todas las secciones de detección individuales en la misma fila pueden activarse colectivamente, o fila por fila. Por consiguiente, en otras palabras, cada fila podría activarse individualmente de modo que el subconjunto de las filas de secciones de detección individuales que contribuyen a la salida de cada píxel columnar pueda elegirse y cambiarse selectivamente (en donde, como se entenderá, un subconjunto puede incluir una, algunas o incluso todas las filas, *cf.* un subconjunto propio que no puede incluir todas las filas).

Se ha encontrado beneficioso proporcionar a un sensor una matriz de píxeles columnares que se dividen en filas de secciones de detección individuales (es decir, separadas). Por ejemplo, como se explica con más detalle a continuación, dicha configuración puede proporcionar una mayor flexibilidad al elegir qué regiones (es decir, qué fila o filas) de la matriz de píxeles columnares contribuyen a una lectura de la escala, y/o puede proporcionar una lectura más rápida del sensor. Dicha configuración puede utilizarse para proporcionar muchos beneficios diferentes, incluyendo, pero sin limitarse a, una mayor facilidad de fabricación y/o instalación y/o un rendimiento mejorado del codificador, tal como un error de posición reducido.

Las señales de escala adecuadas que pueden ser detectadas por el sensor incluyen señales de escala magnéticas, ópticas, capacitivas o inductivas. Como se entenderá, en el caso de un codificador de medición de posición óptico, la cabeza lectora puede comprender una fuente de luz que está configurada para iluminar la escala. El codificador de medición de posición óptico podría ser un codificador de medición de posición óptico reflectante (en cuyo caso la fuente de luz y el sensor están en el mismo lado de la escala) o un codificador de medición de posición óptico transmisivo (en cuyo caso la fuente de luz y el sensor están en lados opuestos de la escala). Como se entenderá, las referencias en la presente memoria a "luz" y "óptico" abarcan la radiación electromagnética (EMR) en cualquier parte del rango infrarrojo al ultravioleta. Por ejemplo, la fuente de luz podría ser una fuente de luz infrarroja.

Opcionalmente, la señal de escala comprende/podría denominarse un campo resultante. El campo resultante podría comprender una franja (por ejemplo, campo de franjas). La franja podría comprender una franja de interferencia. Por consiguiente, la escala podría comprender una serie de características configuradas para difractar la luz. Opcionalmente, la cabeza lectora comprende una o más rejillas de difracción para producir dicha franja de interferencia. Por ejemplo, la una o más rejillas de difracción pueden interactuar con la luz que se dirige hacia/desde la escala para producir dicha franja de interferencia. Opcionalmente, dicha franja de interferencia se produce por la recombinación de órdenes de luz difractados desde la escala y la rejilla de difracción (y opcionalmente en ese orden).

El sensor podría estar dispuesto en el plano conjugado de la escala (por ejemplo, de manera que se forme una imagen de la escala en el sensor). Por consiguiente, por ejemplo, opcionalmente, la señal de escala/campo resultante comprende una imagen de la escala. Por consiguiente, la cabeza lectora puede configurarse para formar la imagen de la escala sobre el sensor. Opcionalmente, la cabeza lectora comprende uno o más elementos ópticos (por ejemplo, una o más lentes) configurados para formar una imagen de la escala en el sensor. Los elementos ópticos adecuados incluyen elementos ópticos refractivos (por ejemplo, lentes cilíndricas/esféricas/Fresnel) o difractivos (por ejemplo, placa de zona de Fresnel). Opcionalmente, el sensor está configurado para capturar dicha imagen. Como se entenderá, la matriz unidimensional de píxeles capturará una imagen unidimensional. Opcionalmente, dichos uno o más elementos ópticos podrían configurarse para formar sólo una imagen unidimensional en el sensor. Sin embargo, este no tiene por qué ser el caso y dichos uno o más elementos ópticos podrían configurarse para formar una imagen bidimensional en el sensor. De hecho, puede ser preferible que dichos uno o más elementos ópticos formen una imagen bidimensional en el sensor.

El codificador de medición de posición podría comprender un codificador de medición de posición incremental. Por consiguiente, la escala podría comprender una escala incremental. La escala podría comprender al menos una pista que comprende una serie de características (generalmente) dispuestas periódicamente. Como se entenderá, podrían proporcionarse una o más características de referencia, junto a o incrustadas dentro de dicha al menos una pista.

El codificador de medición de posición puede ser un codificador de medición de posición absoluto. Por consiguiente, la escala puede comprender una escala absoluta. En otras palabras, la escala puede comprender características que definen información de posición absoluta. La escala puede comprender características que definen una serie de posiciones absolutas únicas. Las características que definen la información de posición absoluta podrían estar contenidas en al menos una pista. Además de las características que definen la información de posición absoluta, la escala puede comprender características que definen la posición incremental. Las características que definen la información de posición incremental pueden ser las mismas características que las que definen la posición absoluta

(por ejemplo, la información de posición absoluta puede incrustarse dentro de las características de posición incremental, como por ejemplo se describe en el documento US7499827). Opcionalmente, la escala comprende una pista separada que comprende una serie de características generalmente dispuestas periódicamente que pueden utilizarse para determinar la información de posición incremental.

5 De cualquier manera (ya sea absoluta o incremental), como se mencionó anteriormente en la sección de antecedentes de este documento, la señal detectada por el sensor puede utilizarse para medir la posición (o una derivada de la misma) de la cabeza lectora a lo largo de la dirección de medición de la escala.

10 Preferiblemente, la escala es una escala unidimensional.

15 Como se entenderá, hay varias maneras en las que se puede leer/acceder a la salida de los píxeles columnares. Por ejemplo, el sensor podría configurarse de manera que durante el uso/operación, la salida de un píxel columnar se transmita de manera continua a un dispositivo/componente aguas abajo (por ejemplo, dispositivo/componente de procesamiento que, por ejemplo, utiliza/procesa/convierte la salida). Además/alternativamente, el codificador/sensor podría configurarse de manera que se combinen las salidas de múltiples píxeles columnares. Por ejemplo, el sensor podría comprender una electrorrejilla, que es un sensor que comprende dos o más conjuntos de píxeles interdigitados/entrelazados, estando configurado cada conjunto para detectar una fase diferente de la señal que incide sobre el sensor. En este caso, pueden combinarse las salidas de los píxeles en el mismo conjunto de manera que sus salidas se proporcionen como una señal de salida a un dispositivo/componente aguas abajo (por ejemplo, dispositivo/componente de procesamiento).

20 Como se entenderá, las referencias en la presente memoria a "dispositivo de procesamiento"/ "procesador" / "componente para procesamiento", y similares, pretenden incluir dispositivos de procesamiento a medida configurados para la aplicación específica (por ejemplo, una matriz de puertas programables por campo "FPGA") así como dispositivos de procesamiento más genéricos que pueden programarse (por ejemplo, a través de software) de acuerdo con las necesidades de la aplicación en la que se utilizan. Por consiguiente, los dispositivos de procesamiento adecuados incluyen, por ejemplo, una CPU (unidad central de procesador), FPGA (matriz de puertas programables por campo), o ASIC (circuito integrado de aplicación específica), o similares.

25 Preferiblemente, cada píxel columnar tiene una región de almacenamiento de señales compartida/común/única (por ejemplo, tiene una asociada), para almacenar señales de múltiples (por ejemplo, todas las) secciones de detección individuales en el píxel columnar. La región de almacenamiento de señales podría denominarse región de almacenamiento de señales acumuladas. La región de almacenamiento de señales podría ser una región de almacenamiento de carga. Por consiguiente, cada píxel columnar podría comprender una región de almacenamiento de carga compartida/común/única para almacenar/"acumular" carga de múltiples (por ejemplo, todas las) secciones de detección individuales en el píxel columnar. El sensor puede configurarse de manera que cada una de las al menos una sección de detección individual en cada fila sea capaz de contribuir a una señal (por ejemplo, "acumulada") (por ejemplo, carga) almacenada en la región de almacenamiento de señales (por ejemplo, carga) de los píxeles columnares. Preferiblemente, el sensor puede configurarse de manera que cada región de almacenamiento de señales (por ejemplo, carga) pueda direccionarse y leerse selectivamente. Como se entenderá, esto incluye una configuración en la que las regiones de almacenamiento de los píxeles columnares están configuradas para leerse por turnos (por ejemplo, secuencialmente) de manera automática.

35 En el caso en el que los píxeles columnares comprendan una región de almacenamiento de señales (por ejemplo, carga), preferiblemente cada fila (de secciones de detección individuales/separadas) puede activarse individualmente de modo que pueda elegirse selectivamente qué una o más de las secciones de detección individuales en los píxeles columnares contribuyen a la señal (por ejemplo, carga) almacenada en la región de almacenamiento de señales (por ejemplo, carga) de cada píxel columnar y cambiarse fila por fila. Esto podría lograrse, por ejemplo, si cada sección de detección individual comprendiera su propio interruptor/compuerta, por ejemplo, puerta de transmisión/transferencia. Por consiguiente, el interruptor/compuerta puede utilizarse para controlar cuál de las secciones de detección individuales en un píxel columnar transfiere/lee su señal a la región de almacenamiento de señales del píxel columnar. Según lo anterior, el sensor puede configurarse de manera que los interruptores/compuertas para secciones de detección individuales en la misma fila puedan activarse colectivamente, fila por fila.

40 Preferiblemente, las secciones de detección individuales en un píxel columnar pueden leerse (pueden transferir su señal) simultáneamente. Por ejemplo, cuando están presentes, las secciones de detección individuales en un píxel columnar pueden transferir su señal a la región de almacenamiento de señales del píxel columnar simultáneamente. Por ejemplo, podrían disponerse/conectarse en paralelo a la región de almacenamiento de señales del píxel columnar. Cada sección de detección individual podría comprender su propio interruptor/compuerta, por ejemplo, compuerta de transmisión/transferencia. Por consiguiente, el interruptor/compuerta puede utilizarse para controlar cuál de las secciones de detección individuales en un píxel columnar transfiere/lee su señal a la región de almacenamiento de señales del píxel columnar. Según el párrafo anterior, los interruptores/compuertas para secciones de detección individuales en la misma fila pueden conectarse de manera que puedan activarse colectivamente, fila por fila.

Como se entenderá, un píxel columnar tendrá una configuración alargada. La invención puede ser particularmente útil para sensores en los que la relación entre la longitud sensible a la luz de los píxeles y su anchura sensible a la luz es de al menos 10:1, por ejemplo, al menos 50:1, por ejemplo, al menos 100:1.

5 Opcionalmente, el sensor está dividido en al menos cuatro filas, opcionalmente al menos seis filas, por ejemplo al menos ocho filas.

Opcionalmente, el sensor comprende al menos 50 píxeles columnares, por ejemplo al menos 100 píxeles columnares, en particular al menos 256 píxeles columnares, por ejemplo al menos 500 píxeles columnares.

10 Opcionalmente, el sensor está configurado de manera que la relación entre píxeles columnares y el número de filas no sea inferior a 10:1 (es decir, de manera que haya al menos 10 veces más píxeles columnares que filas).

15 Una sección de detección individual puede comprender un fotodetector (por ejemplo, fotodiodo). Preferiblemente, todos los fotodetectores individuales en un píxel columnar están configurados para detectar el mismo rango de longitud de onda.

Opcionalmente, un píxel columnar tiene sólo una única sección de detección individual (por ejemplo, fotodetector) en cada fila que está dispuesta para contribuir a la salida del píxel columnar (por ejemplo, contribuir a una carga acumulada almacenada en la región de almacenamiento de carga del píxel columnar).

20 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un método para operar un codificador de medición de posición como se describió anteriormente, que comprende: obtener una lectura de la escala leyendo, para cada uno de una pluralidad de los píxeles columnares, la salida (por ejemplo, la carga acumulada en la región de almacenamiento de carga del píxel columnar que fue) generada por las secciones de detección individuales en un primer subconjunto propio de las filas.

El método podría comprender además obtener otra lectura de la escala leyendo, para cada uno de una pluralidad de píxeles columnares, la salida (por ejemplo, la carga acumulada en la región de almacenamiento de carga del píxel columnar que fue) generada por las secciones de detección individuales en un segundo subconjunto propio de las filas, diferente al primer subconjunto propio. Como se entenderá, el método podría comprender obtener lecturas adicionales de la escala leyendo la salida (por ejemplo, la carga acumulada en la región de almacenamiento de carga del píxel columnar que fue) generada por las secciones de detección individuales en subconjuntos adicionales/otros subconjuntos propios de las filas (por ejemplo, tercer, cuarto o más subconjuntos propios de las filas). Opcionalmente, aunque no necesariamente, puede haber filas superpuestas en los subconjuntos propios (por ejemplo, el primer y segundo subconjuntos propios podrían comprender al menos una fila en común).

El método puede comprender procesar, por ejemplo, comparar, las lecturas obtenidas del primer y segundo subconjuntos propios para determinar al menos una propiedad del codificador de medición de posición. La al menos una propiedad podría comprender al menos uno de: radio de la escala; configuración relativa de la cabeza lectora y la escala; calidad de la lectura de la escala.

45 Las filas a ser incluidas en el primer subconjunto propio de filas para una lectura posterior podrían seleccionarse (por ejemplo, automáticamente) en base a un parámetro determinado a partir de al menos una lectura previa de la escala. Como se entenderá, este no tiene por qué ser necesariamente el caso. Por ejemplo, las filas a ser incluidas en el primer subconjunto propio de las filas para una lectura posterior podrían seleccionarse en base al tipo de escala que se esté utilizando (por ejemplo, si se conoce que la cabeza lectora se va a utilizar en una pequeño disco de lectura frontal), entonces la cabeza lectora podría configurarse para utilizar solo un conjunto central de filas).

50 El método puede comprender operar la cabeza lectora para: hacer que el sensor obtenga repetidamente lecturas de la escala; monitorizar simultáneamente al menos algunas de las lecturas; y en base a ello, adaptar automáticamente qué subconjunto de filas se utilizan para contribuir a la salida de los píxeles columnares (por ejemplo, acumular carga en las regiones de almacenamiento de carga) para una o más lecturas posteriores de la escala.

55 Según otro aspecto de la invención, se proporciona un sensor que comprende una matriz unidimensional de píxeles columnares, configurado de manera que el sensor/matriz unidimensional de píxeles columnares se divide en una pluralidad de filas, en donde cada píxel columnar tiene al menos una sección de detección individual en cada fila dispuesta para contribuir a la salida del píxel columnar. Preferiblemente, cada fila de secciones de detección individuales (del sensor/matriz unidimensional de píxeles columnares) puede activarse individualmente de modo que pueda elegirse selectivamente qué una o más de las secciones de detección individuales en los píxeles columnares contribuyen a la salida de cada píxel columnar y cambiarse fila por fila. En otras palabras, preferiblemente todas las secciones de detección individuales en la misma fila pueden activarse colectivamente, fila por fila. Como se entenderá, las características descritas anteriormente en relación con el otro aspecto de la invención también son aplicables a este aspecto.

65

A continuación se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los siguientes dibujos, en los que:

5 La Figura 1 muestra un aparato codificador que comprende una escala y una cabeza lectora;
 la Figura 2 es una vista en planta a escala de la Figura 1;
 la Figura 3 es un dibujo esquemático de los componentes ópticos de la cabeza lectora de la Figura 1;
 la Figura 4 es un dibujo esquemático de los componentes electrónicos de la cabeza lectora de la Figura 1;
 la Figura 5 es un dibujo esquemático del sensor de la cabeza lectora según la invención;
 la Figura 6 es una vista detallada de dos de los píxeles columnares del sensor de la Figura 5;
 10 la Figura 7 es una vista en planta de un aparato codificador de disco rotatorio que comprende una escala de disco de lectura frontal y una cabeza lectora;
 la Figura 8 es un dibujo esquemático de una imagen de dos características de escala adyacentes de la escala de la figura 7;
 la Figura 9 es un dibujo esquemático de una imagen de una serie de características de escala de una escala
 15 de disco de lectura frontal que inciden sobre un sensor de una cabeza lectora según la presente invención;
 la Figura 10 es un gráfico que ilustra la distancia entre características de escala adyacentes según dos imágenes obtenidas por diferentes subconjuntos propios de filas de los píxeles columnares del sensor de la Figura 9;
 la Figura 11 muestra la disposición del sensor y la imagen de la Figura 9, en donde las filas A, B, G y H están
 20 resaltadas para ilustrar que pueden desactivarse;
 la Figura 12 es un dibujo esquemático de una imagen de características de escala que inciden sobre un sensor de una cabeza lectora según la presente invención, en donde la escala y la cabeza lectora están guiñadas entre sí;
 la Figura 13 es un gráfico que ilustra la posición determinada a lo largo de la escala según dos imágenes
 25 obtenidas por diferentes subconjuntos propios de filas de los píxeles columnares del sensor de la Figura 12;
 la Figura 14 es una vista en planta de diferentes posiciones de una cabeza lectora a lo largo de la longitud de una escala lineal que ha sido montada en una configuración curva;
 la Figura 15(a) ilustra esquemáticamente un codificador rotatorio que comprende una escala anular de lectura
 de borde y una cabeza lectora;
 30 la Figura 15(b) ilustra esquemáticamente el efecto de guiñada que experimentará la cabeza lectora del codificador rotatorio de la Figura 15(a) si la escala anular se monta de manera que haya una oscilación presente durante la rotación;
 la Figura 16 es un dibujo esquemático de una imagen de características de escala que inciden sólo parcialmente sobre un sensor de una cabeza lectora según la presente invención, debido a la desalineación lateral entre la
 35 escala y la cabeza lectora; y
 la Figura 17 es un gráfico que ilustra la intensidad de señal obtenida por las diferentes filas de la disposición del sensor y la imagen mostrados en la Figura 16.

40 Haciendo referencia a las Figuras 1 a 3, se muestra una realización de la invención, que en la realización comprende un codificador absoluto 100 que comprende una cabeza lectora 200 y una escala 300. La cabeza lectora 200 y la escala 300 están proporcionadas/montadas respectivamente en la primera y segunda partes de una máquina (no mostrada) que son móviles entre sí a lo largo del eje X. En la realización descrita, la escala 300 es una escala lineal. Sin embargo, se entenderá que la escala 300 podría ser otros tipos de escala, tal como una escala rotativa. Como se entenderá, la cabeza lectora 200 se utiliza para medir la posición relativa (y/o sus derivadas tales como velocidad y/o
 45 aceleración) de sí misma y la escala 300 a lo largo de la dimensión X, y por lo tanto puede utilizarse para proporcionar una medida de la posición relativa (y/o sus derivadas tales como velocidad y/o aceleración) de las dos partes móviles de la máquina a lo largo de la dimensión X.

50 La cabeza lectora 200 se comunica con un dispositivo externo, tal como un controlador (no mostrado), a través de un canal de comunicación cableado y/o inalámbrico. La cabeza lectora 200 podría configurarse para informar las señales de su sensor al dispositivo externo que luego las procesa para determinar la información de posición. Adicional o alternativamente, la cabeza lectora 200 puede procesar por sí misma las señales de sus detectores y enviar información de posición al controlador.

55 La(s) señal(es) producida(s) como salida por la cabeza lectora 200 puede adoptar muchas formas diferentes. Por ejemplo, como se conoce en el campo de los codificadores de medición de posición, una cabeza lectora puede producir como salida señales de cuadratura digital (A, B), señales en cuadratura analógicas (SIN, COS) y/o datos en serie que representan información de posición.

60 En otra realización, una unidad intermedia, por ejemplo, una unidad de interfaz, puede ubicarse entre la cabeza lectora 200 y el dispositivo externo mencionado anteriormente (por ejemplo, controlador). La unidad de interfaz puede facilitar la comunicación entre la cabeza lectora 200 y el dispositivo externo. Por ejemplo, la unidad de interfaz podría configurarse para procesar señales de la cabeza lectora y proporcionar información de posición al dispositivo externo (por ejemplo, en forma de señales de cuadratura digital (A, B), señales en cuadratura analógicas (SIN, COS) y/o datos
 65 en serie).

En la realización descrita, la escala 300 es una escala absoluta y comprende una pista 302 que tiene una serie de líneas reflectantes 304 y no reflectantes 306 que se extienden perpendiculares a la dirección de medición X. Las líneas reflectantes 304 y no reflectantes 306 generalmente están dispuestas de manera alternativa en un período predeterminado (es decir, definiendo una frecuencia espacial particular). Sin embargo, algunas líneas no reflectantes 308 específicas están ausentes en la pista 302 para formar palabras de código discretas codificando así datos de posición absoluta en la pista 302. Detalles adicionales de dicha escala absoluta y cómo se codifica la información de posición absoluta dentro de la pista se describen en la solicitud de patente internacional N.º PCT/GB2002/001629 (publicación N.º WO 2002/084223), cuyo contenido se incorpora en esta especificación mediante esta referencia. La escala 300 comprende una única pista 302 solamente, pero podría comprender múltiples pistas. Por ejemplo, podría proporcionarse una pista incremental separada o absoluta separada además de la pista mostrada si se desea.

Como se entenderá, los datos de posición absoluta podrían codificarse en la pista 302 mediante líneas reflectantes 304 ausentes, así como, o en lugar de, líneas no reflectantes 306 ausentes. Además, los datos de posición absoluta podrían incrustarse en la pista 302 sin la adición o eliminación de líneas reflectantes 304 o no reflectantes 306. Por ejemplo, la anchura de las líneas o la distancia entre ellas podría variarse para incrustar los datos de posición absoluta en la escala 300. Además, en lugar de proporcionar palabras de código discretas, los datos absolutos podrían incrustarse en forma de una secuencia de bits pseudoaleatoria (como se describe, por ejemplo, en la patente europea N.º 0503716). En otra realización, la escala 300 podría comprender una escala incremental, de modo que el aparato codificador sea un codificador incremental. Como se entenderá, pueden proporcionarse una o más marcas de referencia junto a, o incrustadas dentro de, la pista de escala incremental.

Como se ilustra en la Figura 3, la cabeza lectora 200 comprende una fuente de luz 202 (que en esta realización comprende un diodo emisor de luz (LED)), una lente 204, un sensor unidimensional 206 y una ventana 208. En la realización descrita, el sensor 206 comprende 512 píxeles columnares/alargados cuya longitud se extiende paralela a la longitud de las líneas reflectantes 304 y no reflectantes 306 en la escala (que es perpendicular a la dirección de medición de la escala 300). Se describirán detalles adicionales del sensor 206 con más profundidad en relación con las Figuras 5 y 6.

La luz emitida desde la fuente de luz 202 pasa a través de la ventana 208 e incide sobre la escala 300. La luz reflejada por las características reflectantes 304 de la escala vuelve a pasar a través de la ventana 208 y a través de la lente 204 que enfoca la luz reflejada sobre el sensor 206. En la realización descrita, el sensor 206 está situado en el plano conjugado de la escala 200, y por lo tanto se forma una imagen de una parte de la escala 300, en particular de una parte de la pista 302, en el sensor 206. La figura 3 es una representación esquemática de la disposición óptica de una cabeza lectora configurada para formar una imagen de la escala. Pueden encontrarse detalles adicionales sobre disposiciones ópticas adecuadas, por ejemplo, en los documentos WO2010/116144 y WO2021/094456, cuyos contenidos se incorporan en esta especificación mediante esta referencia.

Haciendo referencia a la Figura 4, la cabeza lectora 200 también comprende un procesador 224, un convertidor analógico a digital (ADC) 230, un dispositivo de memoria 232 en forma de memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente (EEPROM) o memoria flash, y una interfaz 238. Como entenderá un experto en la técnica, la cabeza lectora 200 puede comprender otros componentes eléctricos adecuados, por ejemplo, amplificadores, controladores, etc., que se han omitido en la Figura 4 en aras de la claridad.

El sensor 206 está conectado al procesador 224 de manera que el procesador 224 puede recibir una imagen digitalizada de la intensidad de la luz que incide en el sensor 206. Como se entenderá, un ADC 230 (que podría estar separado de, o integrado con, el sensor 206) puede utilizarse para digitalizar la salida del sensor. El sensor 206 también está conectado directamente al procesador 224 de modo que se puede ordenar al sensor 206 que tome una instantánea de la intensidad que incide en el mismo a demanda del procesador 224. El procesador 224 está conectado a la memoria 232 de modo que pueda almacenar y recuperar datos para su uso en su procesamiento de la salida del sensor para determinar la información de posición. La interfaz 238 está conectada al procesador 224 de modo que el procesador 224 pueda recibir demandas de, y enviar resultados a, dispositivos externos (no mostrados) a través de la línea 240. Como se entenderá, la Figura 4 es una ilustración esquemática de la configuración de la cabeza lectora y no es necesario que los componentes identificados sean componentes discretos. Por ejemplo, todos, o una combinación de algunos, de los componentes mostrados en la Figura 4 podrían, por ejemplo, ser proporcionados por uno o varios ASIC.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente la configuración del sensor 206 de acuerdo con una realización de la invención. Como se muestra, el sensor 206 comprende 512 píxeles columnares 210, etiquetados del 1 al 512 en la Figura 5. Cada píxel columnar puede direccionarse individualmente. En lugar de que cada píxel columnar 210 comprenda un único fotodiodo alargado de 1 mm de largo y 3,6 µm de ancho, de acuerdo con la presente invención, cada píxel columnar se divide en ocho filas 212, etiquetadas de A a H en la Figura 5, en donde se proporciona un fotodiodo individual 214 en cada fila de cada píxel columnar. Por consiguiente, en la realización descrita, cada píxel columnar 210 está esta compuesto por ocho fotodiodos 214 separados, en donde cada uno de los ocho fotodiodos en un píxel columnar tiene aproximadamente 125 µm de largo (y 3,6 µm de ancho). Cada píxel columnar 210 está configurado de manera que cada uno de sus fotodiodos 214 pueda contribuir a la salida del píxel columnar. En la realización descrita, cada píxel columnar comprende una región de almacenamiento de carga (CSR) 216 (que podría comprender un nodo

de difusión flotante (FD), por ejemplo) donde puede acumularse la carga de cada uno de los fotodiodos de los píxeles columnares. Por consiguiente, cuando se lee un píxel columnar 210, el valor proporcionado por un píxel columnar es la carga acumulada almacenada en la CSR.

5 Dividir un píxel columnar/alargado en varios fotodiodos más cortos puede facilitar una lectura del sensor más rápida en comparación con un sensor donde cada píxel columnar comprende solo un fotodiodo largo. Esto podría deberse a varias razones. Por ejemplo, lleva más tiempo leer la carga de un fotodiodo más largo en comparación con un fotodiodo más corto. Además, por ejemplo, dividir un píxel columnar/alargado en varios fotodiodos más cortos puede dar mayor libertad de diseño, permitiendo así la elección de diseños que faciliten tiempos de lectura más cortos, como que cada
10 fotodiodo comprenda sus propias compuertas de transferencia integradas/dedicadas. Por consiguiente, un sensor configurado de acuerdo con la invención puede mantener el beneficio de una buena fotometría de píxeles alargados y facilitar una reducción en el tiempo de lectura, especialmente cuando la carga de cada fotodiodo en un píxel columnar puede leerse y almacenarse en la CSR 216 simultáneamente.

15 La Figura 6 muestra la configuración de un píxel columnar 210 de la Figura 5 con más detalle. En particular, la Figura 6 muestra los píxeles columnares número 1 y 2 de la Figura 5. Como se muestra, cada píxel columnar 210 comprende ocho fotodiodos individuales 214, cada uno de los cuales está conectado a una CSR 216 para el píxel columnar. En esta realización particular, cada fila (A a H) de fotodiodos 214 puede activarse individualmente. Como se muestra, cada fotodiodo 214 en un píxel columnar 210 está conectado a la CSR 216 del píxel columnar a través de un interruptor/compuerta (de transmisión), en esta realización un transistor de conmutación 218. Cuando el transistor de conmutación 218 para cualquier fotodiodo 214 dado está cerrado, la luz que incide en el fotodiodo 214 hace que la carga se almacene en la CSR 216 del píxel columnar, en particular en esta realización en un condensador 220. De acuerdo con una realización particular de la invención, puede encenderse cualquier combinación de filas (A a H) (activando la línea para cerrar sus transistores de conmutación 218) de manera que se haga que la carga de los
20 fotodiodos 214 en esas filas se almacene en la CSR 216 del píxel columnar, en particular, en esta realización, en el condensador 220 del píxel columnar. Como se ilustra en la Figura 6, los transistores de conmutación 218 de los fotodiodos 214 en la misma fila en todos los píxeles columnares (en otras palabras, todos los fotodiodos del sensor en la misma fila, por ejemplo, la fila A) están conectados de manera que se enciendan o apaguen colectivamente/"como uno". La figura 6 representa explícitamente que los transistores de conmutación 218 de la fila A están conectados entre sí a través una línea, pero en aras de la claridad de la representación, se utilizan líneas de puntos discontinuas para ilustrar esquemáticamente que los transistores de conmutación 218 en otras filas están conectados entre sí, "como uno" (es decir, los transistores de conmutación 218 de la fila B están conectados entre sí, "como uno", los transistores de conmutación 218 de la fila C están conectados entre sí, "como uno", y así sucesivamente). Como se entenderá, podría no ser práctico tener una única línea que conecte todos los transistores de conmutación en una fila (por ejemplo, debido a la acumulación de capacitancia eléctrica) y, por lo tanto, podría ser necesario utilizar un circuito en abanico para conectar múltiples transistores de conmutación entre sí. No obstante, todos los transistores de conmutación 218 en cualquier fila dada están configurados para activarse o desactivarse colectivamente/"como uno".

40 Cada píxel columnar 210 puede direccionarse y leerse a través de un interruptor de dirección 222. Cerrar el interruptor de dirección 222 hace que el voltaje almacenado en la CSR 216 se produzca como salida a través de un amplificador seguidor de fuente (SF) y un ADC, a un procesador externo a través de una línea de salida 225a, 225b. Cada píxel columnar 210 puede direccionarse y leerse individualmente/por separado de la misma manera. Una vez que se ha leído un píxel columnar 210, la carga/voltaje almacenado en la CSR 216 del píxel columnar puede restablecerse mediante una señal de restablecimiento RST que hace que se cierre un interruptor de restablecimiento 226, estableciendo así el condensador 220 a un voltaje V_{RST} predeterminado conocido. Dicho restablecimiento podría efectuarse para todos los píxeles columnares simultáneamente. Como se entenderá, cada píxel columnar podría tener su propia línea de salida como se ilustra en la Figura 6, o algunos o todos los píxeles columnares podrían compartir una o más líneas de salida (por ejemplo, y por lo tanto sus salidas se leen en serie).

50 Como se describió anteriormente, en la realización de la Figura 6, cada fila de fotodiodos (A a H) puede activarse individualmente de modo que uno o más de los fotodiodos individuales 214 en los píxeles columnares 210 contribuyan a que la carga acumulada almacenada en la CSR 216 de cada píxel columnar pueda elegirse y cambiarse selectivamente fila por fila. En otras palabras, el sensor está configurado de manera que todos los fotodiodos en la misma fila puedan activarse colectivamente, fila por fila. Este no tiene por qué ser necesariamente el caso. Por ejemplo, podría ser que el sensor esté configurado de manera que todos los fotodiodos en un píxel columnar 210 estén conectados permanentemente a la CSR 216 del píxel columnar de manera que no sea posible encender/apagar selectivamente los fotodiodos. Sin embargo, proporcionar filas de fotodiodos activables selectivamente, según la realización de la Figura 6, puede proporcionar varios beneficios, incluyendo, por ejemplo, determinar información sobre la escala utilizada con la cabeza lectora (por ejemplo, tal como su radio), mejorar la configuración y/o fabricación de la cabeza lectora, mejorar la medición de posición y/o rendimiento del codificador, ejemplos más detallados de lo cual se describirán con más detalle inmediatamente a continuación.

65 Poder determinar información sobre la escala utilizada con la cabeza lectora puede ser particularmente útil cuando la escala es una escala rotativa, especialmente cuando la cabeza lectora puede utilizarse con escalas de diferentes diámetros. Por ejemplo, con codificadores rotatorios, a menudo es necesario/deseable convertir la información de posición determinada por la cabeza lectora en información de ángulo. En el caso de un codificador absoluto, esta

conversión es a menudo realizada por la cabeza lectora o, por ejemplo, por una unidad de interfaz que se sitúa entre la cabeza lectora y un dispositivo/aparato de procesamiento externo (por ejemplo, un ordenador/dispositivo controlador/aparato), aunque es posible que la unidad de procesamiento externo realice dicha conversión (y, por ejemplo, en un sistema incremental es más típico que el dispositivo/aparato de procesamiento externo realice dicha conversión). En cualquier caso, para realizar dicha conversión, es necesario conocer cierta información sobre la escala con la que se está utilizando la cabeza lectora, tal como el tamaño del disco (por ejemplo, su radio/diámetro) y/o el recuento de líneas nominal de la pista de escala, o alguna información relacionada con la misma. Como se entenderá, en el caso de un codificador absoluto, el recuento de líneas nominal puede no ser el mismo que el recuento de líneas real, por ejemplo, si se eliminan líneas de la pista de escala para codificar datos absolutos en la escala. Por consiguiente, en tal caso, el recuento de líneas será el número de líneas que estarían presentes en la pista de escala si no se omitieran las líneas ausentes.

Con la presente invención, es posible que el aparato codificador (por ejemplo, la cabeza lectora) determine automáticamente dicha información a partir de las propias características de la pista de escala. Por ejemplo, una escala rotativa de lectura frontal normalmente tiene líneas que se extienden a lo largo de la dirección radial. La Figura 7 es una vista en planta de dicho aparato codificador rotativo 100a que comprende una cabeza lectora 200 y un disco de escala rotativa 300a que tiene una pista de escala 302a en una de sus caras. En la realización mostrada, la pista de escala 302a comprende una serie de líneas reflectantes y no reflectantes que se extienden radialmente. Las líneas reflectantes y no reflectantes generalmente están dispuestas de manera alternativa en un período predeterminado (es decir, definiendo una frecuencia espacial particular). Sin embargo, algunas líneas no reflectantes específicas están ausentes en la pista 302a para formar palabras de código discretas, codificando así datos de posición absoluta en la pista 302a.

Para una anchura de línea dada, el número de líneas en la pista de escala 302a dependerá del radio del disco de escala 300a. Además, debido a la naturaleza de las líneas en la pista de escala 302a que se extiende radialmente, las líneas en una imagen de la pista de escala se separarán más entre sí a lo largo de la dirección radial. Cuanto menor sea el radio del disco de escala, mayor será esta separación. Esta separación puede cuantificarse calculando el período/frecuencia espacial de la imagen en varios puntos a lo largo de la dirección radial, por ejemplo, tomando múltiples imágenes con diferentes filas del sensor 206 activo. Por ejemplo, la Figura 8 representa esquemáticamente una imagen de dos líneas no reflectantes adyacentes en la pista de escala 302a, donde el centro de la imagen está en el radio de lectura R en la escala del disco. θ es igual a la separación angular entre cada línea, siendo la distancia entre ellas Δx . A medida que la dirección radial de la posición de lectura varía desde su posición de lectura R inicial, entonces también lo hace Δx . Esto está relacionado por la ecuación:

$$\Delta x(R) = 2R \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (1)$$

Los codificadores normalmente no especifican un ángulo entre líneas, sino que especifican un número nominal de líneas alrededor de toda la circunferencia del círculo (en otras palabras, el recuento de líneas nominal "L"). Por lo tanto:

$$\theta = \frac{2\pi}{L} \quad (2)$$

Δx puede ser calculado por el codificador realizando una transformada de Fourier de la imagen y determinando el período de la frecuencia espacial de la portadora dominante. A partir de esto se conoce el Δx .

Con el sensor de la presente invención, es posible variar dónde a lo largo de la dirección radial la cabeza lectora lee la escala, habilitando y deshabilitando ciertas filas del sensor. Para este ejemplo, y con referencia a la Figura 9 (en la que la expansión radial de las características de la escala está exagerada para facilitar la ilustración), las filas en la mitad superior (filas A-D) podrían formar un primer subconjunto propio de filas que toman una primera imagen de la pista de escala, y las filas en la mitad inferior (filas E-H) podrían formar un segundo subconjunto propio de filas que toman una segunda imagen de la pista de escala.

Los centros de las dos imágenes están separados por cuatro filas de fotodiodos que, en el sensor de ejemplo mostrado en la Figura 5, son $4 \times 0,125 \text{ mm} = 0,5 \text{ mm}$. Trazando el Δx calculado frente a estas dimensiones se obtiene el gráfico mostrado en la Figura 10. El gradiente de la línea de mejor ajuste es equivalente a:

$$2 \tan\left(\frac{\pi}{L}\right) \quad (3)$$

Por lo tanto, este gradiente puede utilizarse para determinar el recuento de líneas (L) (por ejemplo, nominal) y detectar qué disco de escala está presente. Esto puede ser beneficioso porque significa que pueden fabricarse, almacenarse y enviarse cabezas lectoras de disco genéricas a los clientes que realizan este proceso en la instalación/puesta en marcha para determinar el recuento de líneas nominal que está leyendo y programarse a sí mismo en consecuencia. Dicho enfoque es mucho más conveniente y a prueba de fallos en comparación con programar cabezas lectoras en el

momento de la fabricación/envío para discos específicos y/o requerir que el cliente/instalador programe manualmente la cabeza lectora en el momento de la instalación. Esto evita la necesidad de configurar aparatos codificadores (por ejemplo, cabezas lectoras) en el lugar de fabricación para trabajar con discos de tamaños específicos y, por lo tanto, evita la necesidad de almacenar cabezas lectoras para su uso con discos de tamaños específicos.

Otro beneficio de la invención cuando se utiliza con discos de escala rotativa de lectura frontal se describe a continuación. Cuanto menor sea el diámetro de un disco, mayor será la cantidad de separación radial de las líneas. Para aumentar la fiabilidad y precisión de la medición de la posición, es deseable tener un área de detección grande (por ejemplo, huella óptica) en la escala. Esta es la cantidad de líneas de escala visibles en la imagen tomada. Sin embargo, para grandes cantidades de separación radial, la imagen se volverá borrosa en los bordes, debido a que las líneas de la imagen inciden sobre múltiples píxeles columnares 210 adyacentes. Aunque una solución podría ser fabricar y almacenar cabezas lectoras con sensores de diferentes tamaños de modo que las cabezas lectoras con sensores más pequeños puedan utilizarse en discos de escala de lectura frontal de diámetro más pequeño, con la presente invención es posible desactivar ciertas filas para acortar la longitud de los píxeles columnares. Por ejemplo, con referencia a la Figura 11, deshabilitar las filas A, B, G y H, de modo que solo se utilicen los fotodiodos en el subconjunto propio de filas C a F para detectar la escala, acorta la longitud efectiva/de detección de los píxeles columnares 210, que en este ejemplo mejoraría así la visibilidad de la imagen detectada.

Otro beneficio de una cabeza lectora que incorpora un sensor según la presente invención, y que es beneficioso para escalas/codificadores tanto lineales como rotativos, se describirá ahora con referencia a las Figuras 12 a 15. La Figura 12 muestra esquemáticamente una imagen de la pista de escala de las Figuras 1 y 2 incidiendo sobre el sensor 206. Como se muestra, las líneas de pista 304/306 de la escala están desalineadas con los píxeles columnares 210, lo que en este caso se debe a que la cabeza lectora 200 está "guiñada" con respecto a la escala 300; en otras palabras, la desalineación se debe a una rotación involuntaria alrededor del eje z. La desalineación angular puede medirse midiendo la posición de la cabeza lectora a partir de imágenes tomadas por diferentes filas 212 del sensor 206. Por ejemplo, una primera imagen puede ser tomada por un primer subconjunto propio de las filas, por ejemplo, las cuatro filas superiores A-D y una segunda imagen puede ser tomada por un segundo subconjunto propio de las filas, por ejemplo, las cuatro filas inferiores E-H. Trazando las posiciones determinadas por cada una de las imágenes primera y segunda frente al centro geométrico de las secciones de detección que están activas en cada una de las imágenes (por ejemplo, +0,25 mm y - 0,25 mm) se obtiene el gráfico ilustrado en la Figura 13. El gradiente del gráfico está relacionado con la guiñada por la ecuación:

$$\text{yaw angle} = \text{atan}(\text{gradient}) \quad (4)$$

El ángulo de guiñada, o un parámetro o señal relacionado con el mismo, podría utilizarse, por ejemplo, durante la fabricación y/o instalación/configuración del aparato codificador. Por ejemplo, durante la fabricación, el ángulo de guiñada (o un parámetro o señal relacionados con el mismo) podría producirse como salida y utilizarse para determinar si el sensor está adecuadamente alineado dentro de la cabeza lectora. Durante la instalación/configuración, el ángulo de guiñada (o un parámetro o señal relacionados con el mismo) podría producirse como salida y utilizarse para determinar si la cabeza lectora está correctamente alineada con respecto a la escala. El ángulo de guiñada, o un parámetro o señal relacionados con el mismo, podría también utilizarse para determinar cómo alinear correctamente el sensor/cabeza lectora. Dicha corrección podría realizarse de manera automática o manual. Por consiguiente, al igual que en otras realizaciones de la invención, el ángulo de guiñada, o un parámetro o señal relacionados con el mismo, podría utilizarse como parte de un bucle de retroalimentación para ayudar a la configuración.

Además, al igual que en otras realizaciones de la invención, el ángulo de guiñada, o un parámetro o señal relacionados con el mismo, podría utilizarse para corregir señales de medición/compensar la desalineación de la escala y/o la cabeza lectora. Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 14, si una escala lineal 300 no está montada en línea recta, entonces la escala es curva. Esto puede medirse midiendo el ángulo de guiñada de la cabeza lectora 200 con respecto a la escala 300, a medida que la cabeza lectora se desplaza a lo largo de longitud de la escala lineal. No sólo puede medirse dicha curvatura de la escala 300, sino que también puede compensarse. Por ejemplo, suponiendo que la cabeza lectora 200 se ha movido en línea recta como lo indica la línea recta 201 en la Figura 14, y midiendo la guiñada relativa de la escala y la cabeza lectora en una pluralidad de puntos a lo largo de la longitud de la escala (por ejemplo, en cada uno de los puntos indicados por los puntos en la flecha 201 – siendo cinco de dichos puntos ilustrados esquemáticamente mediante la cabeza lectora 200 delineada con líneas discontinuas) es posible cuantificar cuánto más larga es la escala (medida a lo largo de su línea central) en comparación con la distancia en línea recta que realmente ha recorrido la cabeza lectora y compensar el error resultante.

Con referencia a las Figuras 15(a) y (b), de manera similar, cualquier oscilación en una escala anular 300b de lectura de borde (es decir, una escala rotativa donde las características de la escala se proporcionan en el borde/lado circunferencial orientado hacia afuera de un anillo o cuerpo en forma de disco) puede medirse porque, como se muestra esquemáticamente en la Figura 15(b), se presenta como un error de guiñada en la imagen leída por la cabeza lectora. Por consiguiente, la determinación de las mediciones de guiñada a medida que la escala anular 300b gira con respecto a la cabeza lectora 200 puede utilizarse para compensar cualquier error de medición causado por la oscilación de la escala anular. Como se entenderá, la oscilación puede presentarse como un movimiento axial alternativo cíclico

del borde de la escala anular a medida que gira alrededor del eje, que puede ser causado, por ejemplo, por cualquier no planaridad de la escala anular y/o debido a su montaje no perpendicular con respecto al eje de rotación.

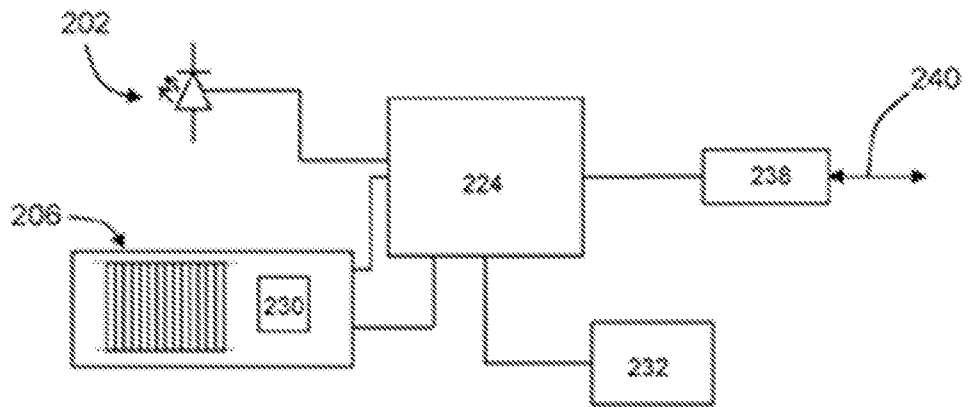
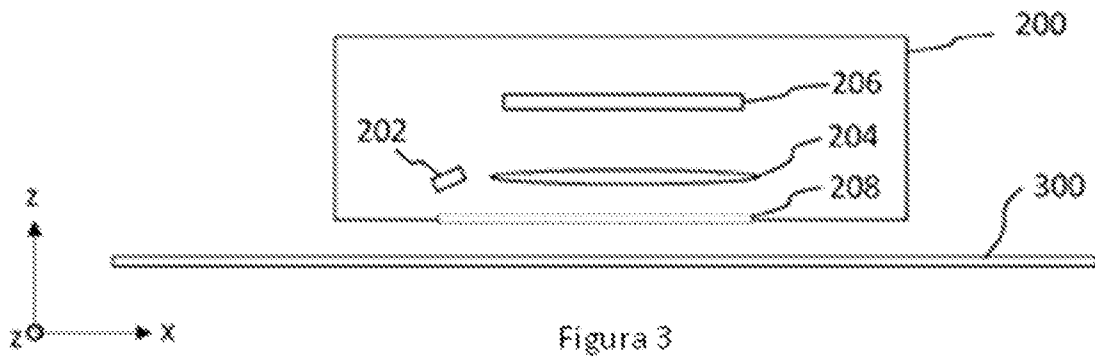
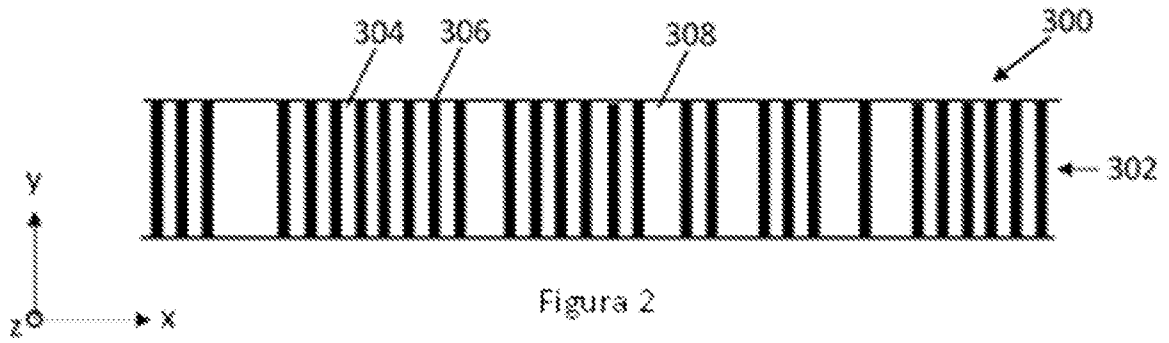
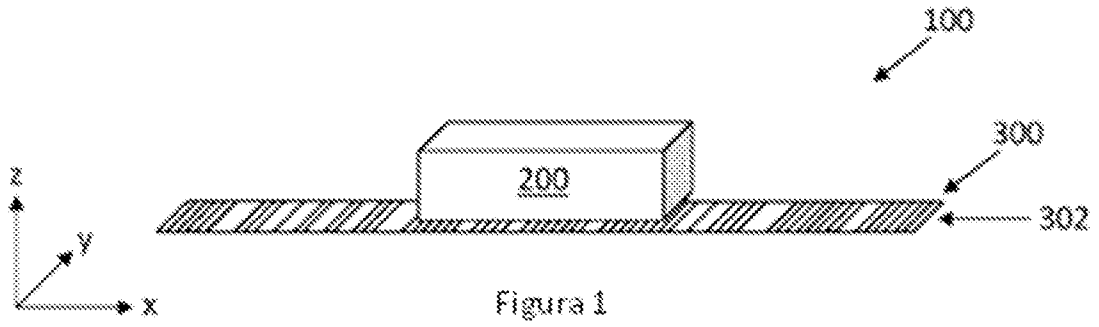
5 Otro beneficio de una cabeza lectora que incorpora un sensor según la presente invención se describirá ahora con referencia a las Figuras 16 y 17. Las líneas de escala se escriben con una longitud finita, e idealmente una imagen de las líneas de escala debería tener las líneas de escala extendiéndose a lo largo de toda la extensión/anchura del sensor (es decir, en todas las filas). Como se representa esquemáticamente en la Figura 16, si la cabeza lectora está demasiado desplazada lateralmente con respecto a la escala (en una dirección perpendicular a la dirección de medición), entonces las líneas de la escala solo se extenderán parcialmente a lo largo de la extensión/anchura del sensor. Una cabeza lectora que tiene un sensor según la presente invención puede detectar esto tomando imágenes de la escala con diferentes filas para determinar en qué parte de la anchura del sensor ya no se forman imágenes de las líneas y, por lo tanto, cuánto está desplazada la cabeza lectora con respecto a la escala en una dirección perpendicular a la dirección de medición. Por ejemplo, podrían obtenerse imágenes separadas de la escala por cada fila A-H y la intensidad de la señal de cada imagen (por ejemplo, la amplitud de la frecuencia espacial dominante en una transformada de Fourier de cada imagen). Si se hiciera esto para el ejemplo de la Figura 16 y se trazasen los resultados frente a la posición-y del centro de la imagen para cada fila, se obtendría un gráfico similar al mostrado en la Figura 17. La Figura 17 muestra que el sensor 206 no tiene señal en las filas A y B, aproximadamente la mitad de la señal normal en la fila C, y la señal completa es en las filas D a H, de lo cual puede concluirse que las líneas de escala terminan a la mitad de la anchura de los fotodiodos en la fila C del sensor. Según las otras realizaciones, esta información y/o un parámetro relacionado con la misma podría producirse como salida y/o utilizarse durante la fabricación, configuración/instalación y/u operación del codificador. Por ejemplo, dicha información/salida podría utilizarse para facilitar el ajuste del sensor, la cabeza lectora y/o la escala para mejorar la alineación.

25 Además, una cabeza lectora que incorpora un sensor según la invención puede configurarse de manera que algunas filas de fotodiodos se apaguen/no se utilicen durante la operación. Por ejemplo, es posible seleccionar las filas en el proceso de captura de imagen que proporcionarán la señal óptima. Por ejemplo, con referencia a la Figura 16, si no es posible o deseable cambiar la posición relativa de la cabeza lectora y la escala en la dimensión perpendicular a la dirección de medición, entonces puede mejorarse la visibilidad de la imagen desactivando las filas A a C de manera que sólo las filas D a H contribuyan a la imagen obtenida por el sensor 206 durante la operación normal de la cabeza lectora 200/aparato codificador.

35 Otro beneficio de una cabeza lectora que incorpora un sensor según la presente invención es que (ya sea en modo de calibración o durante la operación), la cabeza lectora podría aprender la ubicación de áreas de la escala que están dañadas o sucias comparando imágenes de filas individuales. Luego, posteriormente, la cabeza lectora podría apagar selectivamente las filas apropiadas en las proximidades de áreas que han sido identificadas como dañadas o sucias para minimizar el impacto.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un codificador de medición de posición que comprende una escala y una cabeza lectora, comprendiendo la cabeza lectora un sensor para detectar la escala, comprendiendo el sensor una matriz unidimensional de píxeles columnares, configurado de manera que la matriz unidimensional de píxeles columnares se divide en una pluralidad de filas en donde que cada píxel columnar tiene al menos una sección de detección individual en cada fila dispuesta para contribuir a la salida del píxel columnar, en donde cada fila puede activarse individualmente de modo que pueda elegirse selectivamente qué una o más de las secciones de detección individuales en los píxeles columnares contribuyen a la salida de cada píxel columnar y cambiarse fila por fila.
- 10 2. Un codificador de medición de posición según la reivindicación 1, en donde las secciones de detección individuales en un píxel columnar pueden leerse simultáneamente.
- 15 3. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde cada píxel columnar tiene una región de almacenamiento de señales compartida, para almacenar señales de múltiples secciones de detección individuales en el píxel columnar.
- 20 4. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde la relación entre la longitud sensible a la luz de cada píxel columnar y su anchura sensible a la luz es de al menos 10:1, opcionalmente al menos 50:1.
- 25 5. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde el sensor está dividido en al menos cuatro filas, opcionalmente al menos seis filas, por ejemplo al menos ocho filas.
- 30 6. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, que comprende al menos 256 píxeles columnares.
- 35 7. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde una sección de detección individual comprende un fotodetector.
- 40 8. Un codificador de medición de posición según la reivindicación 7, en donde todos los fotodetectores individuales en un píxel columnar están configurados para detectar el mismo rango de longitud de onda.
- 45 9. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, configurado de manera que el sensor esté dispuesto en el plano conjugado de la escala.
- 50 10. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde la escala es una escala unidimensional.
- 55 11. Un codificador de medición de posición según cualquier reivindicación precedente, en donde cada píxel columnar tiene sólo una única sección de detección individual en cada fila que está dispuesta para contribuir a la salida del píxel columnar.
- 60 12. Un método para operar un codificador de medición de posición según la reivindicación 1, que comprende:
 obtener una lectura de la escala, para cada uno de una pluralidad de los píxeles columnares, leyendo la salida generada por las secciones de detección individuales en un primer subconjunto propio de las filas.
- 65 13. Un método según la reivindicación 12, que comprende además:
 obtener otra lectura de la escala, para cada uno de una pluralidad de los píxeles columnares, leyendo la salida generada por las secciones de detección individuales en un segundo subconjunto propio de las filas, diferente al primer subconjunto propio.
14. Un método según la reivindicación 12, en donde las filas a ser incluidas en el primer subconjunto propio de las filas para una lectura posterior se seleccionan en base a un parámetro determinado a partir de al menos una lectura previa de la escala.
15. Un método según la reivindicación 12, que comprende operar la cabeza lectora para:
 hacer que el sensor obtenga repetidamente lecturas de la escala;
 monitorizar simultáneamente al menos algunas de las lecturas; y
 en base a ello, adaptar automáticamente qué subconjunto de filas se utilizan para contribuir a la salida de los píxeles columnares para una o más lecturas posteriores de la escala.



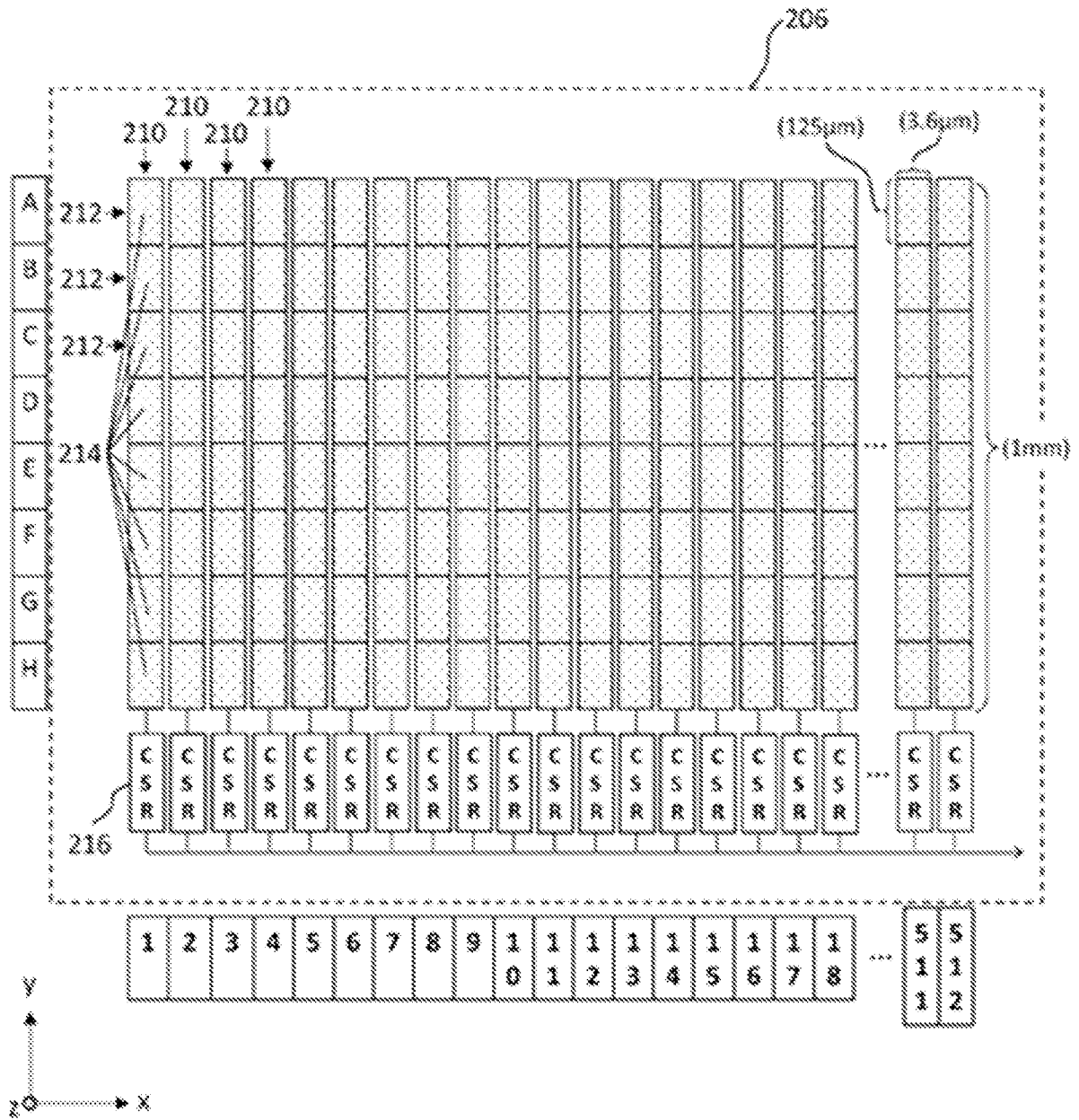


Figura 5

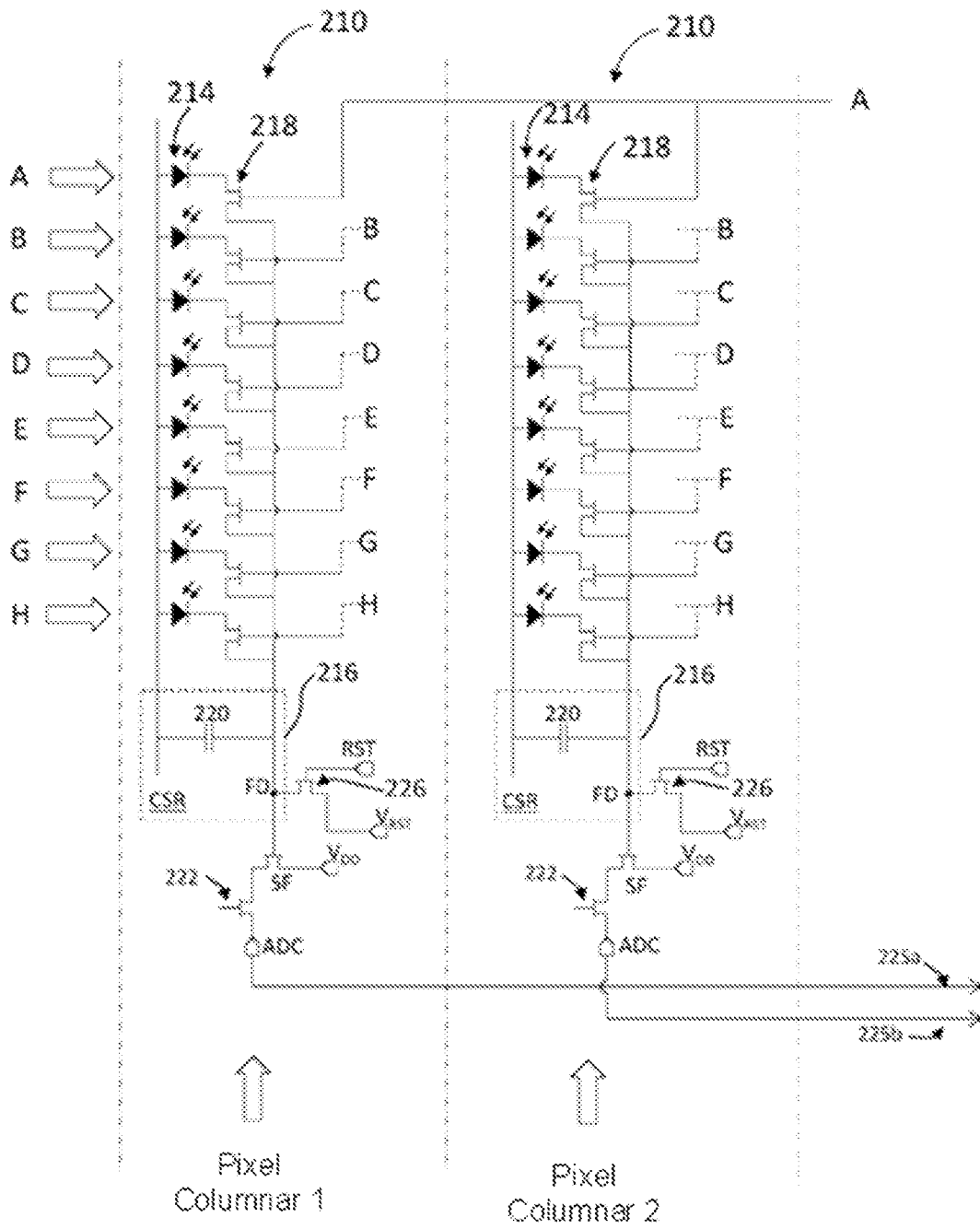
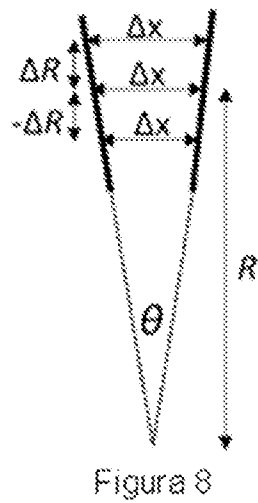
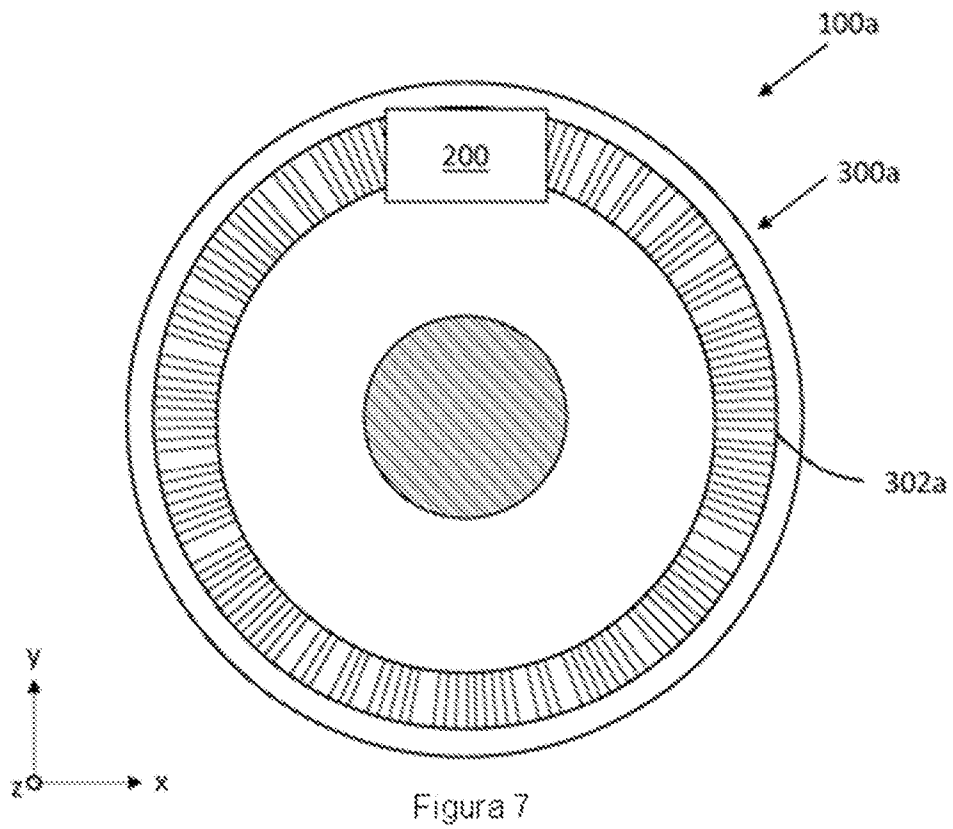


Figura 6



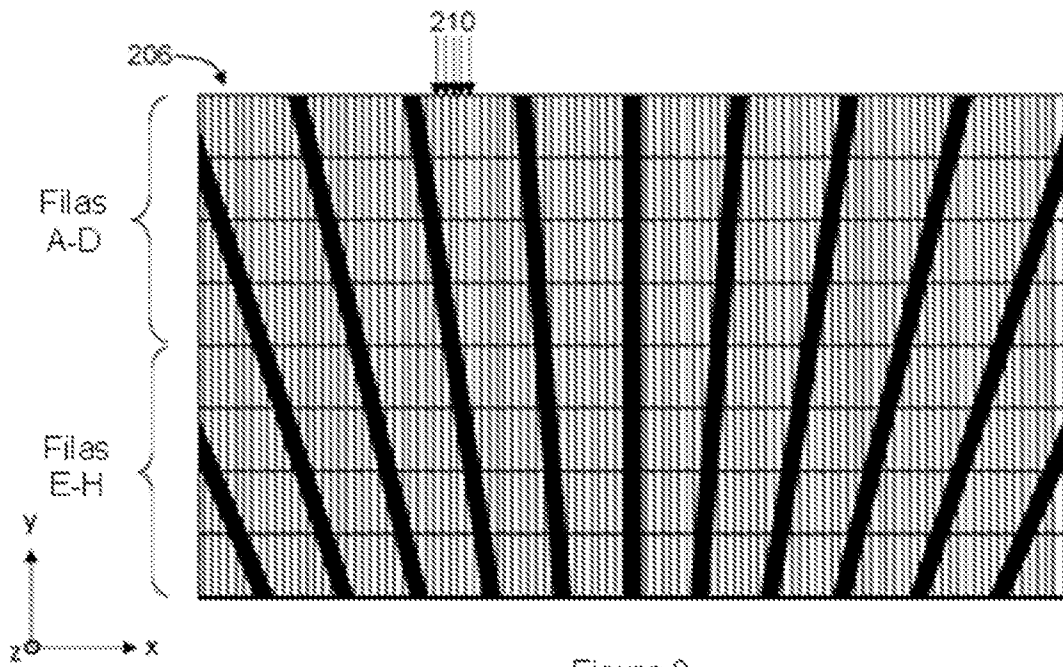


Figura 9

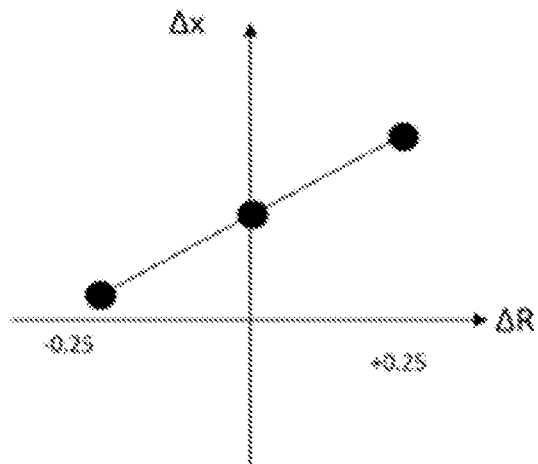


Figura 10

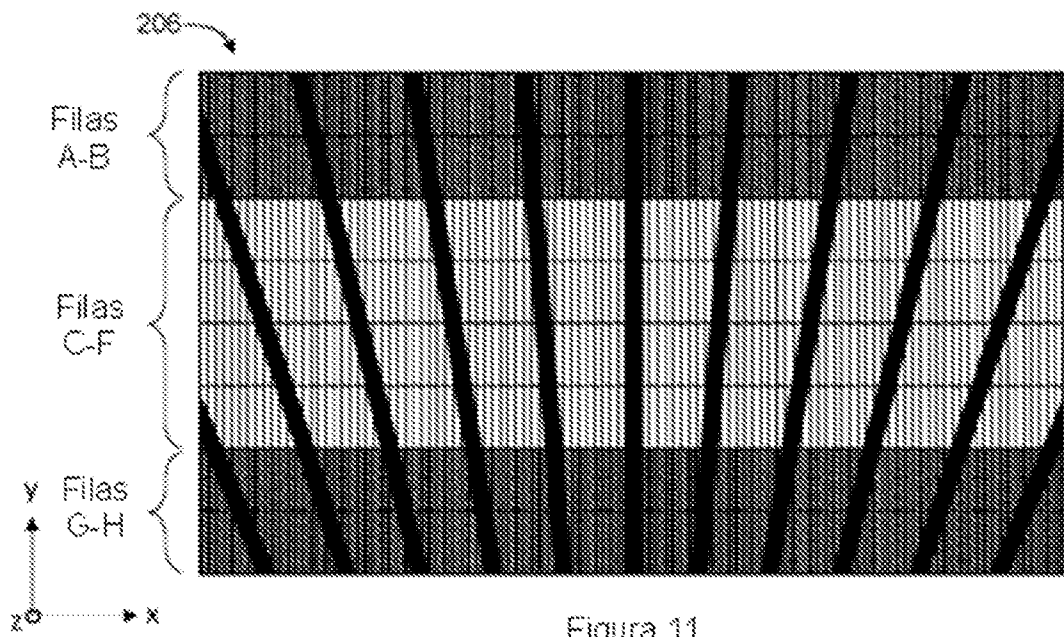


Figura 11

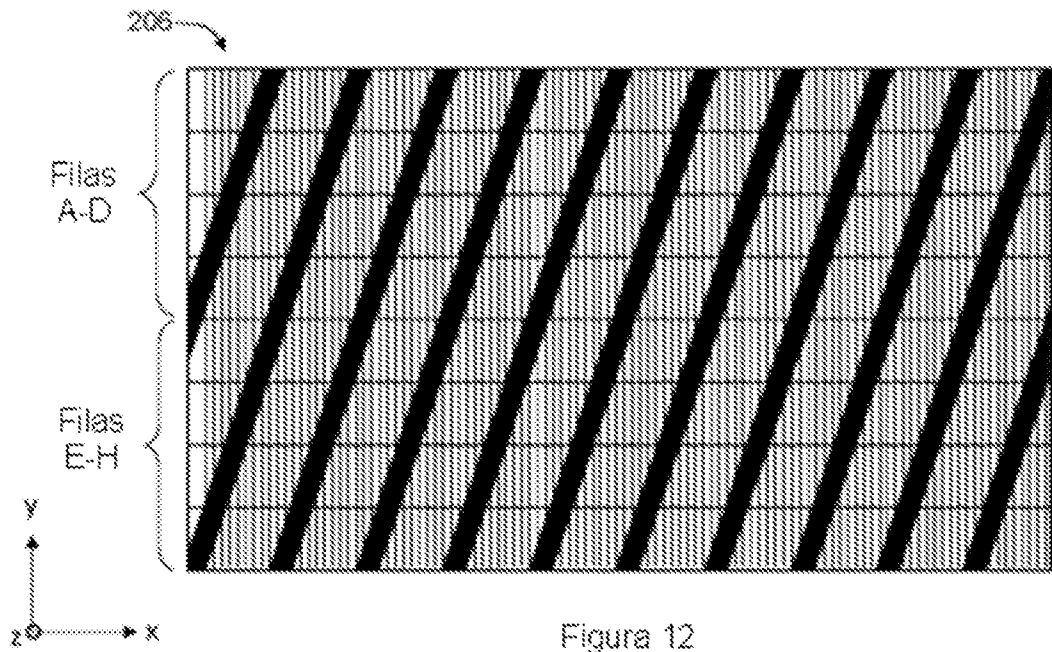


Figura 12

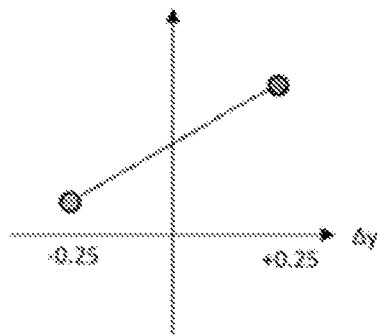


Figura 13

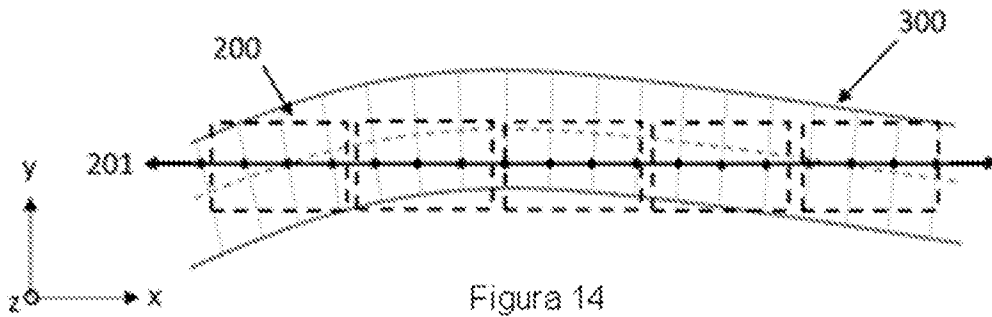


Figura 14

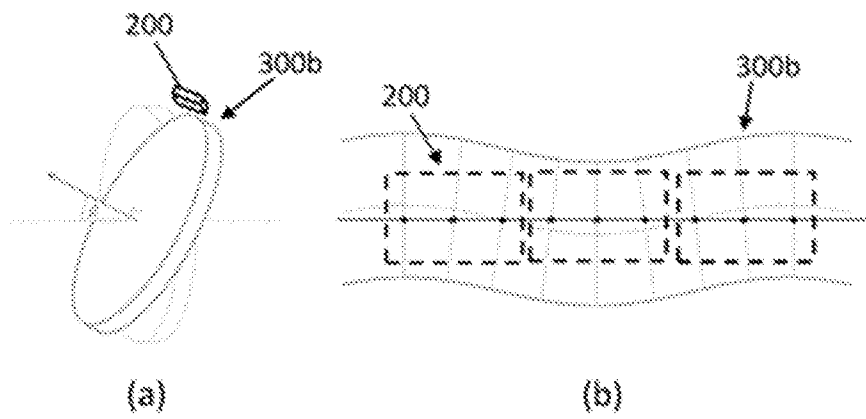


Figura 15

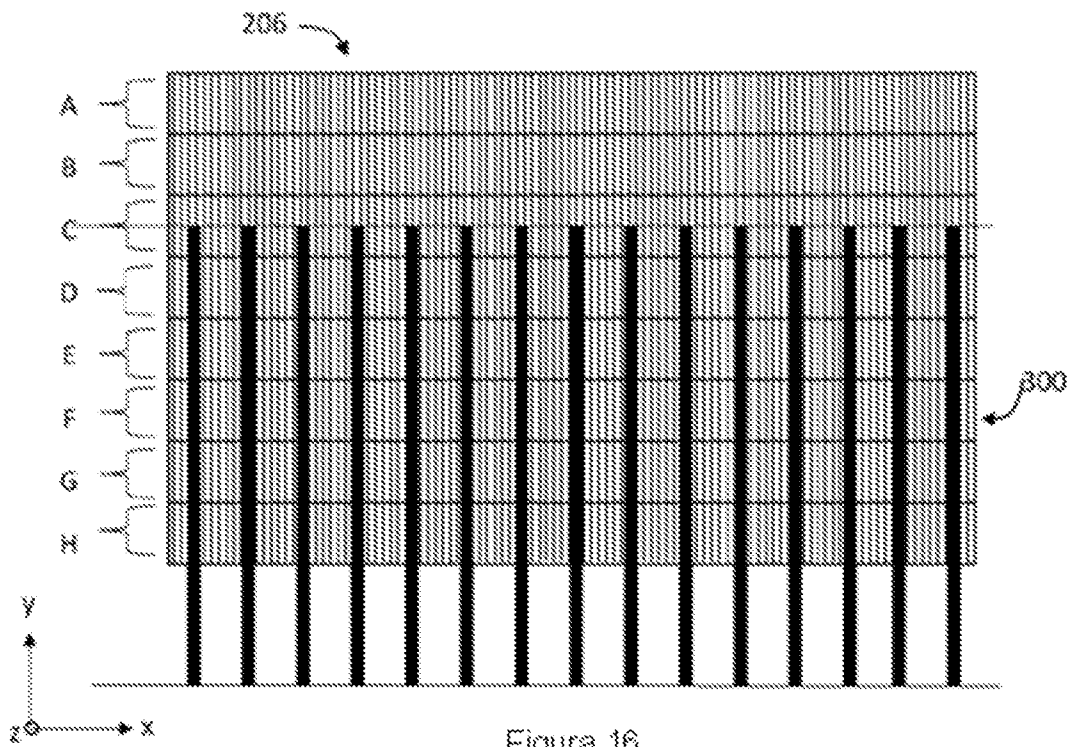


Figura 16

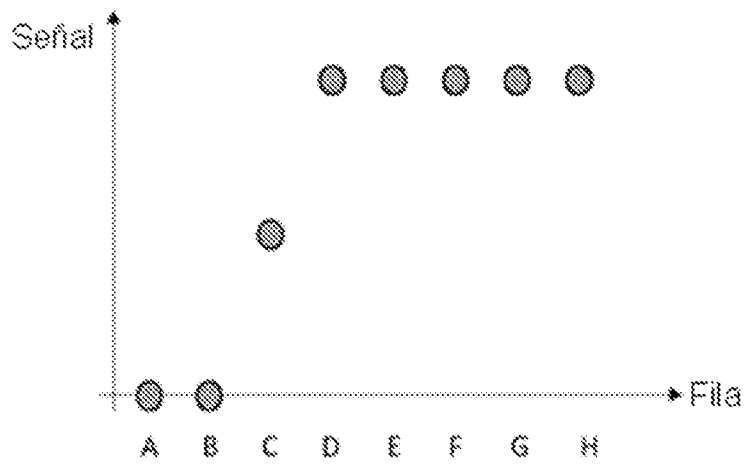


Figura 17