

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 149**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/10** (2006.01)

**G01M 11/00** (2006.01)

**G01B 11/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2015 PCT/IB2015/052028**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15140755**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2015 E 15718609 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3120109**

54 Título: **Dispositivo portátil para la medición sin contacto de objetos**

30 Prioridad:

**19.03.2014 IT GO20140003**

**29.12.2014 IT UD20140198**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.05.2019**

73 Titular/es:

**AEROEL S.R.L. (100.0%)**  
**Via Pier Paolo Pasolini 35/3**  
**33040 Pradamano, IT**

72 Inventor/es:

**SPIZZAMIGLIO, ANTONIO;**  
**MICOSSI, PAOLO y**  
**BRESSAN, LUCIANO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 713 149 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 portátil para la medición sin contacto de objetos

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo portátil, también llamado micrómetro óptico, usado de manera manual para la medición sin contacto de magnitudes, por ejemplo el diámetro, de objetos alargados de tamaño pequeño y mediano, tales como alambres, barras o tubos, incluso en movimiento.

10 La invención también se refiere a un método para la medición sin contacto de una magnitud de objetos alargados de tamaño pequeño o medio que usa dicho micrómetro óptico portátil.

Antecedentes de la invención

15 Durante las etapas de extrusión, estirado o esmaltado de alambres o barras cilíndricas, fabricadas de cualquier material, a menudo es necesario verificar que su diámetro es compatible con las medidas deseadas. Para esta función, se conocen aparatos de luz láser o LED (diodo emisor de luz): pueden ser de tipos de escaneo (escáner láser, por ejemplo) o pueden usar sensores lineales (por ejemplo, CCD - dispositivo de carga acoplada o CMOS - metal complementario - semiconductor de óxido) para detectar y medir la sombra del producto a medir, que puede correlacionarse con la magnitud a medir.

20 Normalmente, estos aparatos no necesitan una colocación exacta del objeto en el campo de medición, pero es necesario que el eje del producto a medir se encuentre sustancialmente a 90° con respecto al plano de escaneo (escáner láser) o al eje del sensor lineal; cada cambio desde la perpendicular provoca errores de medición que son directamente proporcionales al diámetro e inversamente proporcionales al coseno del ángulo entre el eje del producto y la perpendicular al plano de medición.

25 Además, todos estos aparatos deben efectuar el promedio entre numerosas mediciones individuales (escaneados) con el fin de estabilizar la medición y obtener valores de repetitividad en el orden de un micrómetro o menos.

30 En tales aparatos, el alambre, o en general el producto a medir, normalmente en movimiento, entra en el campo de lectura del aparato que suministra la medición necesaria. Estos aparatos están todos conectados normalmente a la máquina que trabaja con el cable o la barra.

35 Los micrómetros fijos son capaces de realizar controles de calidad mientras que el cable u otro producto cilíndrico avanza a velocidades considerables, del orden de 30 m/s. La lectura se realiza correctamente a pesar de la alta velocidad, que en sí misma no provoca errores de medición y, en muchos casos, independientemente de la vibración del producto. De hecho, siempre que, en promedio, el eje del producto se mantenga a 90° con respecto al plano de medición, dicha vibración induce errores que, en muchos casos, pueden minimizarse mediante la media simple (escáner láser) o mediante técnicas de luz estroboscópica (micrómetros con LED + CCD, o CMOS).

40 Sin embargo, a veces, es necesario realizar este tipo de control de calidad en diferentes puntos de la línea, o en diferentes líneas. Esto implica el uso de diversos micrómetros fijos y el consiguiente aumento de los costes de producción y gestión de los diversos dispositivos de medición.

45 [0009]También se conocen aparatos inalámbricos y portátiles, que utilizan láser o luz LED, con principios similares a los utilizados en los micrómetros fijos, pero simplemente miniaturizados y alimentados por baterías. Sin embargo, estos funcionan correctamente solo en condiciones en las que la posición y la orientación relativas entre el objeto a medir y el dispositivo de medición o micrómetro sean ciertas, lo que no puede ser el caso cuando el micrómetro se usa manualmente. Para superar este inconveniente, se utilizan dispositivos de guía para el cable, que requieren el contacto con el producto a medir; por lo tanto tales micrómetros no pueden usarse para medir productos en movimiento o productos para los que el contacto físico puede alterar o dañar el producto en sí.

50 Un micrómetro móvil se conoce, por ejemplo, con el nombre comercial de Lear Gun, en el que el objeto a medir se desliza sobre un prisma de plástico durante la etapa de lectura. También se conoce un micrómetro inalámbrico, en el que la muestra a medir se traslada sobre pequeñas ruedas de guía del cable.

55 Por lo tanto, los micrómetros portátiles conocidos requieren, para una correcta alineación de la muestra a medir, el contacto físico del alambre, o del producto en general, con las guías antes mencionadas. En la práctica, estos requisitos imposibilitan el uso de estos micrómetros para medir el producto en movimiento durante la extrusión, el estirado y/o el esmaltado.

60 También se conoce, en el estado de la técnica, el uso de sensores de tipo CCD o CMOS con detección lineal o una matriz bidimensional para la lectura de la imagen. Los sensores lineales tipo CCD o CMOS solo realizan detecciones a lo largo de una línea, por medio de una serie sucesiva de detecciones, hasta varios miles por segundo, con el fin

de obtener un valor único después de la media, con una alta velocidad de procesamiento. Los sensores bidimensionales de CCD o CMOS, o sensores de área, requieren capacidades de procesamiento y cálculo mucho más altas que un sensor lineal, ya que están equipados con un número mucho mayor de elementos sensibles (píxeles) que una simple línea de  $n$  elementos (normalmente  $n^2$ ), con el resultado obvio de tiempos de procesamiento muy largos.

El documento US 2002/0041381 A1, describe un aparato para la medición óptica sin contacto de un perfil, en el que la unidad de medición óptica se desarrolla en una dirección axial desde el punto de generación de la fuente de luz hasta un divisor de haz sin que se someta a ningún cambio de dirección. La luz se genera por una fuente de LED que pasa a través de una lente de colimación de luz en un rayo paralelo. El rayo paralelo irradia el objeto a medir, lo que genera una parte de sombra más allá del objeto de la medida. El rayo paralelo que llega desde el objeto se recolecta por una lente de recepción e incide en un sensor de imágenes lineal a través del divisor de haz y un primer diafragma. Además, la luz separada por el divisor de haz incide en el sensor de imágenes de superficie a través de un segundo diafragma.

El diámetro se mide mediante el procesamiento de los datos del sensor lineal, mientras que el fin del sensor de área es suministrar al usuario una imagen (silueta) del objeto cerca de la región de medición, en cuya imagen se superpone una línea de marcador y se muestra, correspondiente a la posición real del sensor lineal; de esta manera, el usuario usa la línea de marcador como una línea de visión, para colocar el instrumento exactamente en correspondencia con la posición a lo largo de la pieza donde se realizará la medición. Este dispositivo es muy útil (si no necesario) precisamente en los micrómetros de luz LED y en los sensores lineales de CCD o CMOS, debido a que en estos instrumentos el haz de luz LED que "ilumina" el producto es muy extenso, también en una dirección ortogonal al plano de medición, y esto hace que sea imposible conocer, con cierta precisión, la posición real de medición en la pieza. Debería observarse que, por el contrario, los aparatos de escaneo láser proyectan una delgada "banda de luz" sobre la pieza a medir, en general luz roja, que identifica la posición de medición de una manera muy evidente (en realidad, es el haz de exploración móvil que, dada la persistencia de la imagen en el ojo humano, se ve como una "banda" de luz).

La combinación de los dos sensores de imágenes de CCD de tipo lineal y con una matriz bidimensional implica largos tiempos de cálculo debido a la cantidad de datos que el componente electrónico de procesamiento de imágenes adquiere a partir de los sensores de imágenes, en particular, a partir del sensor de imágenes de CCD de matriz bidimensional. Además, ya que esta forma de realización de la medición óptica se desarrolla en una dirección axial, el aparato de medición es necesariamente muy voluminoso.

El documento DE 43 08 082 A1, proporciona la emisión de un haz de luz generada por un diodo de infrarrojos. Después de pasar a través de una lente, el rayo se desvía mediante un primer elemento de desviación de tal manera que pueda golpear el objeto en el interior del campo de medición. El campo de medición está delimitado en un lado por el primer elemento de desviación y en el otro lado por el segundo elemento de desviación colocado especular con respecto al primer elemento de desviación. De este modo, el haz de luz compuesto de luz y sombra alcanza una segunda lente y un único sensor de imágenes de CCD de matricial bidimensional. En la solución descrita en el presente documento, el aparato de medición, equipado con un único sensor de imágenes, puede usarse con la condición de que haya contacto entre el cable o la barra y los sistemas de guía, para evitar desalineaciones entre el objeto a medir y el haz de luz. Además, en este caso también, el uso de un sensor de imágenes de CCD de matricial bidimensional implica mayores tiempos de procesamiento y cálculo que un sensor de imágenes de CCD lineal. Por consiguiente, si por un lado esta solución permite obtener un instrumento compacto y manejable para las mediciones en el campo, gracias a una configuración que no se desarrolla en un solo eje como en el documento US'381, por otro lado implica un tiempo de procesamiento de imágenes más largo y obliga al cable o producto a medir a estar en contacto con al menos un elemento de guía.

Se conoce además por el documento GB 2 166 236 A, medir el diámetro de un objeto alargado mediante la medición con dos cámaras diferentes partes diferentes de la sombra proyectada por el objeto en un haz de luz. Además, a partir del documento US 5 615 014 A, se conoce la forma de medir las dimensiones de un hilo evaluando la sombra proyectada por el hilo usando dos cámaras.

El fin de la presente invención es obtener un micrómetro portátil para medir realmente sin contacto elementos alargados, también en movimiento, capaz de resolver los problemas descritos anteriormente; en particular, el fin es obtener un micrómetro portátil equipado con un sistema de compensación tal que haga que la medición sea virtualmente independiente del ángulo del producto, con un tiempo de reacción extremadamente rápido de tal manera que permita el uso manual del instrumento, tolerando las desalineaciones inevitables y las oscilaciones aleatorias derivadas de dicho uso.

El solicitante ha ideado, probado y realizado la presente invención para obtener estos y otros fines descritos a continuación.

Sumario de la invención

La presente invención se expone y caracteriza en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes de la idea inventiva principal.

5 De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de medición comprende, tal como elementos esenciales, un generador de haz de luz, al menos un elemento de desviación de haz de luz, una región de medición, una lente, un dispositivo de división de haz de luz, dos sensores de imágenes lineales, dos circuitos de adquisición de imágenes electrónicos y un componente de procesamiento de imágenes electrónico.

10 En una forma preferida de la realización, el micrómetro comprende también una interfaz de usuario y, posiblemente, un acumulador eléctrico.

En una forma preferida de la realización, el generador de haz de luz, el al menos un elemento de desviación de haz de luz, la lente, el dispositivo de división de haz de luz, los sensores de imágenes lineales, los circuitos de adquisición de imágenes electrónica, el componente de procesamiento de imagen electrónico y el posible acumulador eléctrico están montados en un cuerpo de soporte y están protegidos externamente por una carcasa.

15 En una forma preferida de la realización, la interfaz de usuario puede conectarse a la carcasa.

20 En una forma ventajosa de la realización, el cuerpo de soporte está equipado con un mango para facilitar el uso, mientras que, de acuerdo con otra forma ventajosa de la realización, el cuerpo de soporte también está equipado con unos elementos capaces de proteger al aparato, en particular sus elementos ópticos, y al usuario, en particular la mano del usuario.

25 En una forma preferida de la realización, el generador de haz de luz está formado por un LED, por una lente esférica y por una cámara que contiene la lente esférica, o ambos la lente esférica y el LED.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el dispositivo de división de haz de luz se localiza cerca de un extremo de la lente. Es conveniente dividir el haz de luz en dos partes, y preferentemente, pero no necesariamente, consiste en un divisor de haz cúbico con una diagonal semirreflectante del 50 %.

30 Cada sensor de imágenes lineal se coloca preferentemente en correspondencia sustancial con el plano golpeado por una de las partes de la división de haz de luz por el divisor de haz de luz.

35 Cada sensor de imágenes lineal también está configurado para detectar la cantidad de luz en diferentes puntos a lo largo de su línea y para convertirlo en cantidades eléctricas.

Cada sensor de imágenes lineal está preferentemente provisto de elementos sensibles (píxeles) que están dispuestos linealmente.

40 Un circuito electrónico integrado para la adquisición de imágenes está conectado a cada sensor de imágenes lineal. El circuito de adquisición de imágenes electrónico está configurado para detectar la carga eléctrica acumulada en los diferentes puntos del sensor y convertirla en una secuencia de valores numéricos.

45 De acuerdo con la presente invención, la región de medición en la que se localiza el producto en movimiento a medir está definida por tres ejes Z, X, Y que son ortogonales uno con respecto a otro, que se cortan en un punto O, llamado centro de medición.

50 El eje Z es paralelo al haz de luz que pasa a través de la región de medición. El eje X, ortogonal al eje Z, indica la alineación preferencial del eje W del objeto cilíndrico a medir. El eje Y, ortogonal a los ejes X y Z, indica la dirección en la que se mide el diámetro del objeto. El punto de intersección O de los tres ejes X, Y y Z se localiza sustancialmente en el centro geométrico de la región de medición.

55 El objeto a medir debe orientarse de tal manera que su eje longitudinal W está dirigido aproximadamente a lo largo del eje X, en la dirección perpendicular tanto en la dirección del haz de luz (eje Z) como en la dirección de medición de su diámetro (eje Y).

60 Esta dirección preferente del objeto a medir con respecto al aparato puede destacarse ventajosamente por medio de señales visuales visibles por el operador, tales como las líneas de visión y las zonas de color en la carcasa exterior del propio aparato.

La calidad de la alineación del objeto a medir, una vez que se ha insertado en la región de medición, puede confirmarse por un valor numérico o por un indicador gráfico visible en la pantalla de interfaz de usuario, posiblemente asistido por una señal acústica.

65

El micrómetro portátil en cuestión no requiere contacto físico del alambre con los elementos del propio micrómetro o con las guías, para obtener suficiente alineación para la medición correcta del objeto a medir. Se desliza dentro de la región de medición sin contacto. Por lo tanto, es posible usar el aparato en cuestión para medir un cable o un producto similar en movimiento durante la extrusión, el estirado y/o el esmaltado.

5 Gracias a la presencia de los dos sensores lineales, cada uno de los cuales está localizado en correspondencia sustancial con el plano golpeado por una de las partes del haz de luz, y cada uno de los cuales está configurado para detectar la cantidad de luz en los diferentes puntos a lo largo de su línea, el micrómetro en cuestión permite compensar, mediante un procesamiento adecuado de la señal, las variaciones en la alineación del objeto a medir con respecto a la posición coaxial ideal con el eje; por lo tanto, no necesariamente requiere una colocación precisa para realizar la medición.

15 Al ser inalámbrico, y por lo tanto portátil, el micrómetro portátil puede usarse en diferentes puntos de la línea o en diferentes líneas.

En una forma ventajosa de la realización, el micrómetro portátil comprende un elemento de soporte que permite una colocación fija del mismo en la línea de producción, tanto rápida como fácilmente.

20 En particular, el elemento de soporte puede fijarse de una manera conocida en la máquina para trabajar el objeto a medir, o en otra parte fija, y puede proporcionar unos elementos de colocación y de guía configurados para trabajar conjuntamente con los elementos de guía de emparejamiento presentes en el cuerpo de soporte del micrómetro, con el fin de colocar el instrumento de medición de una manera fija, pero al mismo tiempo, para retirarlo y volver a colocarlo fácilmente en otra posición con respecto a la máquina, o para usarlo de manera móvil.

25 Este trabajo conjunto entre los elementos de guía y de colocación garantiza que, en la posición montada sobre el elemento de soporte, se garantiza el centrado del micrómetro, tanto con respecto a un campo de medición horizontal como con respecto a un campo de medición vertical.

30 Por otra parte, una etiqueta de RFID (identificación por radiofrecuencia) puede integrarse en el elemento de soporte, leerse por un circuito adecuado instalado en el instrumento, permite identificar la posición de medición (o la máquina) y realizar una asociación en la memoria del instrumento entre la medición realizada y la posición (o máquina) donde se ha realizado dicha medición.

35 Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma de realización preferida, pero no exclusiva, del dispositivo de medición de acuerdo con la presente invención, se proporciona como un ejemplo no restrictivo en los dibujos adjuntos, en los que:

- 40 - la figura 1 muestra una sección longitudinal del dispositivo de acuerdo con la invención;
- la figura 2 muestra una ampliación de la región de medición del dispositivo en la figura 1;
- la figura 3 muestra una vista superior de la región de medición;
- la figura 4 muestra una vista frontal de la región de medición;
- 45 - la figura 5 muestra una de las dos imágenes del objeto a medir formada en un sensor de imágenes lineal y la relación geométrica entre la cantidad  $d_1$  detectada por el mismo y el diámetro  $D$  a medir.
- la figura 6 muestra la segunda de las dos imágenes del objeto a medir, formada en un segundo sensor de imágenes lineal, y la relación geométrica entre la cantidad  $d_2$  detectada por el mismo y el diámetro  $D$  a medir.
- la figura 7 muestra una vista en despiece de una variante del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, separada de los dispositivos que protegen la óptica y al usuario;
- 50 - la figura 8 muestra la variante en la figura 7 en su estado montado;
- la figura 9 muestra otra variante del dispositivo de medición de acuerdo con la invención, en el que se proporciona un elemento de soporte, mientras que la figura 10 muestra la variante de la figura 9 con el dispositivo de medición acoplado con su elemento de soporte.

55 Para facilitar la comprensión, se han usado los mismos números de referencia, cuando sea posible, para identificar elementos comunes idénticos en los dibujos. Se entiende que los elementos y las características de una forma de realización pueden incorporarse convenientemente en otras realizaciones sin más aclaraciones.

60 Descripción detallada de una realización

Haciendo referencia a los dibujos adjuntos, el dispositivo de medición, o micrómetro, de acuerdo con la presente invención se indica en su totalidad por el número de referencia 20.

65 Haciendo referencia a la figura 1, el dispositivo de medición 20 comprende un generador de haz de luz 1, un primer elemento de desviación de haz de luz 2 dispuesto frontalmente con respecto al generador de haz de luz 1, una región de medición 3 dispuesta en la trayectoria del haz desviado del primer elemento de desviación 2, y un segundo

elemento de desviación de haz de luz 4 dispuesto en una posición opuesta con respecto al primer elemento de desviación 2, para desviar el haz de luz en una dirección contraria a la dirección en la que se emite por el generador 1.

5 El dispositivo de medición 20 también comprende, en la forma de realización mostrada, una lente 5, un dispositivo de división de haz de luz 6, dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2, dos circuitos de adquisición de imágenes electrónicos 8.1, 8.2, y un componente de procesamiento de imágenes electrónico 9, una interfaz de usuario 10 y un acumulador eléctrico 11 para alimentar eléctricamente el aparato y una antena 13.6 para leer una etiqueta de RFID 26, tal como se explica en detalle más adelante en el presente documento.

10 Todos los componentes citados anteriormente, excepto la interfaz de usuario 10, están montados en los dos lados de un cuerpo de soporte 12 y están protegidos externamente por una carcasa 13, que forma un mango 13.1 para sostener y usar el dispositivo de medición 20.

15 Haciendo referencia a la forma de realización de las figuras 7 y 8, los dos elementos de desviación de haz de luz 2 y 4 están protegidos por una estructura de contención respectiva 15. Cada estructura de contención 15, en este caso, está equipada en la parte delantera con unos elementos de retención magnéticos 16 y con unos elementos de centrado 17 del tipo esfera. Los elementos de retención magnéticos 16 y los elementos de centrado 17 permiten la colocación selectiva de los elementos de protección 19, que se muestran desmontados en la figura 7 y montados en la figura 8, para proteger los elementos de desviación de haz de luz 2 y 4.

De nuevo haciendo referencia a las figuras 7 y 8, puede verse cómo una forma de realización de la invención proporciona un elemento de protección 18 que puede montarse selectivamente en el mango 13.1 para proteger principalmente la mano del usuario cuando mide objetos en movimiento a alta velocidad y/o a alta temperatura.

25 En particular, el extremo superior del elemento de protección 18 puede anclarse de manera removible, por ejemplo, por medio de un medio de unión de tipo tornillo, a la estructura de contención 15 que protege el elemento de desviación óptico 4, mientras que el extremo inferior del elemento de protección 18 puede anclarse, por medio de un medio de unión tipo tornillo, al orificio de unión localizado en la parte final del mango 13.1.

30 Volviendo a la figura. 1, el generador de haz de luz 1 está formado por un LED 1.1, una lente esférica 1.2 y una cámara 1.3 que, en el caso mostrado, contiene la lente esférica 1.2. El LED 1.1 está localizado en un primer extremo de la cámara 1.3 y está colimado al foco de la lente esférica 1.2.

35 El primer elemento de desviación de haz de luz 2 se compone en este caso de un prisma de 45° equipado con un espejo en la cara oblicua, y con un primer lado, vertical en el dibujo, que cierra la cámara de 1.3.

El generador de haz de luz 1 y el primer elemento de desviación de haz de luz 2 están unidos en un lado del cuerpo de soporte 12.

40 La región de medición 3 se localiza en la parte delantera del dispositivo de medición 20 y se compone de un espacio vacío delimitado por la pared frontal 12.1 del cuerpo de soporte 12, por el segundo lado, horizontal en el dibujo, del primer elemento de desviación de haz de luz 2 y por un primer lado, también horizontal en el dibujo, del segundo elemento de desviación de haz de luz 4. La pared y los lados son ortogonales entre sí y delimitan tres lados de un paralelepípedo hueco.

45 El segundo elemento de desviación de haz de luz 4 y los dispositivos restantes se unen en el otro lado del cuerpo de soporte 12.

50 El segundo elemento de desviación de haz de luz 4 es un prisma de 45° equipado con un espejo en la cara oblicua.

El segundo lado del segundo elemento de desviación de haz de luz 4 en este caso ocupa un primer extremo de la lente 5. La lente 5 puede ser, por ejemplo, de tipo telecéntrica.

55 Cerca del segundo extremo de la lente 5 se localiza el dispositivo de división de haz de luz 6, que consiste, por ejemplo, en un divisor de haz cúbico con una diagonal semirreflectante del 50 %.

60 Cada uno de los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 está colocado en correspondencia con el plano golpeado por una parte del haz de luz dividida. Los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 usados en el presente ejemplo, aunque no restrictivos, son dos sensores lineales CCD o CMOS.

Un primer circuito de adquisición de imágenes electrónico 8.1 está conectado al primer sensor de imágenes lineal 7.1 y un segundo circuito de adquisición de imágenes electrónico 8.2 está conectado al segundo sensor de imágenes lineal 7.2.

65

El componente de procesamiento de imágenes electrónico 9 consiste en una unidad de microprocesador con una memoria y unos puertos de entrada/salida adecuados conectados a los circuitos de adquisición de imágenes electrónicos 8.1, 8.2 y con la interfaz de usuario 10.

5 En una forma de realización ventajosa, la interfaz de usuario 10 comprende una pantalla gráfica LCD, una serie de botones, y una alarma acústica; puede haber ventajosamente una luz LED para indicar el estado de la batería. El mango 13.1 también tiene un botón 13.2, un botón de seguridad 13.4 y un puerto USB, como un ejemplo de un dispositivo de conexión periférica 13.5, así como la antena 13.6 para leer una etiqueta de RFID 26, mostrada a continuación en el presente documento.

10 Durante el uso, con el fin de medir un objeto alargado 14 a medir, la luz generada por el LED 1,1, después de haber pasado a través de la lente esférica 1.2, tiene la forma de un haz de luz extendido y colimado que alcanza el segundo extremo de la cámara 1.3. El haz de luz tiene una distribución más o menos uniforme de energía radiante, tanto espacialmente en un área perpendicular al eje del haz como también angularmente para las direcciones comprendidas dentro de un cierto ángulo desde el eje.

15 El primer elemento de desviación de haz de luz 2 condiciona el haz de luz emitido por el generador de haz de luz 1 de tal manera que pasa a través de la región de medición 3 en una dirección sustancialmente ortogonal con respecto a la dirección prescrita para el eje W del objeto 14 a medir y que ilumina completamente toda la extensión de la región de medición 3 de tal manera que la medición pueda realizarse en todas las posiciones permitidas del objeto 14.

20 En la región de medición 3, se definen tres ejes Z, X, Y que son ortogonales uno con respecto a otro, cruzándose dicho centro de medición en un punto O. El eje Z es paralelo a la dirección impuesta al haz de luz por el primer elemento de desviación de haz de luz 2. El eje X, ortogonal al eje Z, indica la alineación preferencial del eje del objeto 14 a medir. El eje Y, ortogonal a X y Z, indica la dirección en la que se mide el diámetro del objeto 14. El punto de intersección O de los tres ejes X, Y, Z está localizado en el centro geométrico de la región de medición 3.

25 El lado de salida del primer elemento de desviación de haz de luz 2 y el lado de entrada del segundo elemento de desviación de haz de luz 4 son paralelos entre sí, perpendiculares al eje Z y paralelos a los ejes X, Y. La pared 12.1 del cuerpo de soporte 12 que delimita la región de medición 3 es paralelo al eje Z y al eje X.

El objeto 14 a medir se introduce en la región de medición 3 sin que se conozca ninguna posición u orientación.

30 La disposición del primer elemento de desviación de haz de luz 2 es de tal manera que el objeto 14 está iluminado por detrás con respecto a la lente 5. La imagen que se forma en el lado del segundo elemento de desviación de haz de luz 4 que delimita la región de medición 3 tiene la característica de un contorno o silueta, oscuro y sin otros detalles que no sea un contorno sobre un fondo claro.

35 El segundo elemento de desviación de haz de luz 4 dirige de nuevo el haz de luz a  $90^\circ$  de tal manera que, después de pasar a través de la región de medición 3, el haz de luz está alineado y centrado sobre el eje óptico de la lente 5. La lente 5 crea una imagen real del objeto 14 a medir, cuya forma corresponde a la proyección ortogonal del objeto 14 en el plano XY como se ha definido anteriormente, ampliada por un factor constante Q característico de la lente específica 5 usada.

40 El tamaño de la imagen es independiente de las traslaciones del objeto 14 a medir a lo largo del eje Z de la región de medición. En el plano de imagen, los dos ejes  $X^1$  e  $Y^1$  se definen de manera natural, correspondiendo a las imágenes de los dos ejes X e Y definidos anteriormente.

45 La imagen formada sobre el plano de imagen de la lente 5 es una banda oscura con bordes paralelos que forman un ángulo  $\chi$  con respecto al eje  $X^1$  y una anchura igual a Q veces el diámetro D del objeto 14 a medir.

50 El haz de luz, después de haber pasado a través de la lente 5, se divide en dos partes mediante el divisor de haz de luz 6, formando cada uno de los cuales, en cada sensor de imágenes lineal 7.1, 7.2, una imagen del objeto 14 a medir que es geoméricamente igual a la que se habría formado directamente por la lente 5 pero en una región espacial separada de las de cada otra imagen. De esta manera, los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2, localizados en correspondencia con las dos partes de las imágenes separadas que se corresponden total o parcialmente con la misma región de la imagen original, pueden activarse simultáneamente sin los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 que interfieren mecánicamente entre sí.

55 La posición de cada sensor de imágenes lineal  $7_k$  (donde  $7_k$  indica el primer sensor 7.1 o el segundo sensor 7.2) con respecto a su propio plano de imagen, se identifica individualmente por tres coordenadas  $X_{0k}$ ,  $Y_{0k}$  y  $\alpha_k$  que describe la posición del punto central del sensor de imágenes lineal  $7_k$  en un sistema de ejes  $X_k$ ,  $Y_k$  y el ángulo formado por el eje  $s_k$  del sensor de imágenes lineal  $7_k$  con el eje  $Y_k$  del plano de imagen.

60

Cada sensor de imágenes lineal 7.1, 7.2 suministra la distribución de energía luminosa incidente sobre la imagen a lo largo de un segmento rectilíneo de la propia imagen.

5 Los sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 localizados en los planos de las dos imágenes producidas por el dispositivo de división de haz de luz 6 se colocan con el fin de que puedan afectar a segmentos distintos. El segmento de imagen correspondiente a cada sensor  $7_k$  puede identificarse por las coordenadas  $x_{0k}$ ,  $y_{0k}$ , que el punto central del sensor ocupa en el plano de imagen y por el ángulo  $\alpha_k$  formado por el eje  $s_k$  de cada sensor de imágenes lineal  $7_k$  con el eje  $Y_k$  (imagen del eje  $Y$ ) del plano de imagen asociado.

10 En esta forma preferida de realización, el punto central de los sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 está dado por las coordenadas

$$x_{01}, y_{01} = 0$$

$$x_{02}, y_{02} = 0$$

15 y para cada sensor de imágenes lineal 7.1, 7.2, el ángulo  $\alpha$  viene dado por

$$\alpha_1 = +7,5^\circ, \alpha_2 = -7,5^\circ$$

20 Los puntos individuales del segmento identificado por los sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 se describen por una coordenada  $s_k$  dirigida a lo largo del segmento y que se origina en el punto donde el segmento se cruza con el eje  $Y^1$ .

25 Cuando el objeto 14 a medir se coloca correctamente en la región de medición 3, cada secuencia de valores producidos por cada sensor y que representa la distribución de la energía luminosa incidente sobre el mismo se forma por una región de altos valores de la energía incidente seguida por una región de valores bajos, que corresponden al paso de la banda oscura formada en la imagen por el objeto 14 y seguida por otra región de valores altos. La región de valores bajos se determina para cada sensor  $7_k$  mediante dos cantidades  $d_k$  y  $c_k$  que representan respectivamente la longitud del segmento en el sensor  $7_k$  obscurecido por la imagen del objeto 14 a medir (la franja negra en las figuras 5 y 6) y la posición en el eje  $s_k$  del centro del mismo segmento.

30 Cada circuito de adquisición de imágenes electrónico 8.1, 8.2 obtiene información relativa a la distribución de energía de luz de cada uno de los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 y transmite los valores digitalizados de las mediciones al componente de procesamiento de imágenes electrónico 9. El componente de procesamiento de imágenes electrónico 9 proporciona el control y recibe las dos secuencias de valores numéricos desde los dos circuitos de adquisición electrónicos 8.1, 8.2 y determina los valores  $d_1$  y  $d_2$  correspondientes a las longitudes de las regiones obscurecidas en los dos sensores y los valores  $c_1$  y  $c_2$  correspondientes a las posiciones centrales de las regiones obscurecidas en los ejes  $s_1$  y  $s_2$ .

40 El valor del ángulo  $\chi$  puede calcularse a continuación por la fórmula:

$$\operatorname{tg}\left(\chi - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right) = \frac{1}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}\right)} \cdot \frac{d_1 - d_2}{d_1 + d_2}$$

45 El programa de cálculo realizado por el componente de procesamiento de imágenes electrónico 9 comprende un algoritmo que usa esta fórmula para determinar el valor de  $\chi$ . Cuando esto se sabe, el programa de cálculo puede continuar para determinar el diámetro  $D$  del objeto 14 en la forma:

$$D = \frac{1}{2Q} (d_1 \cos(\alpha_1 + \chi) + d_2 \cos(\alpha_2 + \chi))$$

50 En otra forma preferente de realización, los dos sensores de imágenes lineales 7.1, 7.2 están colocados de tal manera que  $\alpha_1$  es igual que  $\alpha_2$ . En este caso, el valor del ángulo  $\chi$  puede calcularse mediante la fórmula:

$$\operatorname{tg} \chi = \frac{y_{02} - y_{01} + (c_2 - c_1) \cos \alpha_1}{x_{02} - x_{01} + (c_2 - c_1) \operatorname{sen} \alpha_1}$$

55 Una vez se conoce  $\chi$ , el programa de cálculo se puede continuar para determinar de nuevo el diámetro  $D$  del objeto 14 en la forma:

$$D = \frac{1}{2Q} (d_1 \cos(\alpha_1 + \chi) + d_2 \cos(\alpha_2 + \chi))$$

5 Cuando se ha completado cada procedimiento de adquisición y de cálculo, el componente de procesamiento electrónico 9 envía a la interfaz de usuario 10 el valor numérico de la medición del diámetro D del objeto 14 que indica la unidad de medida seleccionada o una posible condición de error que se muestra en la pantalla gráfica LCD.

10 Los botones de la interfaz de usuario 10 ordenan, al menos, la activación/desactivación del aparato, el inicio del procedimiento de adquisición y de cálculo, la activación/desactivación de la visualización continua de la orientación del objeto 14 a medir, el cambio de la unidad de medida y la función de iluminación de la pantalla LCD. Un botón 13.2 para activar/desactivar el aparato se coloca en el mango 13.1.

15 Si se activa mediante un botón, se muestra una imagen en la pantalla LCD de la interfaz de usuario 10. La imagen describe gráficamente la desviación del eje del objeto 14 con respecto a la orientación ideal, mostrando dos segmentos que se cruzan con un ángulo proporcional a la desviación. Esto permite verificar la calidad de la alineación del objeto 14 con respecto al eje X en la región de medición 3, y realizar el movimiento necesario de la mano para obtener correctamente la operación de medición. El usuario recibe asistencia en esta operación mediante señales acústicas y líneas de visión o áreas coloreadas presentes en la carcasa 13.

20 Además, como se ha completado cada procedimiento de adquisición y de cálculo, se muestra el valor numérico de la medición D, que indica la unidad de medida seleccionada o una posible condición de error. La interfaz de usuario 10 también permite ver estadísticas interesantes de mediciones y datos repetidos en los dispositivos del aparato con el fin de configurarlos de la mejor manera posible.

25 En una forma de realización de la presente invención, mostrada en las figuras 9 y 10, se proporciona un elemento de soporte 21, que permite colocar el dispositivo de medición 20 de manera fija a lo largo de la línea de producción, por ejemplo, uniéndolo a una máquina en la que se trabaja el objeto 14 sometido a medición.

30 El elemento de soporte 21 comprende una parte fija 22 y una parte móvil 23. La parte fija 22 comprende unos asientos 24 para fijarla a una pared de la máquina u otra parte fija, por ejemplo una pared 28.

La parte móvil 23 puede rotar en la dirección A desde una posición vertical, sustancialmente paralela a la parte fija 22 cuando no está en uso, a una posición sustancialmente horizontal, mostrada en las figuras 9 y 10, donde el dispositivo de medición 20 puede acoplarse con el elemento de soporte 21.

35 La parte móvil 23 comprende una pared superior plana 27; el elemento de soporte 21 comprende, en la parte inferior y en los lados de la pared plana 27, dos bordes paralelos a la pared plana 27 que trabajan conjuntamente con las ranuras de emparejamiento 13.3 presentes en la parte superior de la carcasa, promoviendo la inserción a través del deslizamiento del dispositivo de medición 20 en el elemento de soporte 21, hasta que se sujeta. El uso del elemento de soporte 21 permite colocar el dispositivo de medición 20 de manera fácil y rápida, garantizando la colocación y el centrado del plano con respecto al objeto 14 a medir.

45 Por otra parte, usando una pluralidad de elementos de soporte 21 distribuidos en varias líneas o en varios puntos predeterminados de la misma línea permite monitorizar periódicamente varias líneas de producción usando un único dispositivo de medición 20, posiblemente después de la identificación simultánea de dicha línea o segmento específico de línea usando un dispositivo de identificación, tal como una etiqueta, un código de barras u otro elemento similar.

50 En una forma de realización, el dispositivo de identificación puede ser una etiqueta de RFID 26 unida en el lado inferior de la pared plana 27 por unos elementos de sujeción 25, por ejemplo, tornillos o remaches o similares, posiblemente usando unos elementos de soporte, no mostrados. En particular, cuando el aparato está unido al elemento de soporte 21, la etiqueta de RFID 26 identifica la línea de producción en correspondencia con la que está detectando los datos, a través de la antena 13.6 mencionada anteriormente, y también su posición a lo largo de la línea, cualquier trabajo posible en curso y otra posible información que puede ser útil durante la medición.

55 Pueden realizarse modificaciones y variantes con la presente invención, todas las cuales quedarán dentro del campo de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo portátil para la medición sin contacto de una magnitud, tal como el diámetro, de objetos alargados de pequeño y mediano tamaño, tal como alambres, barras o tubos, incluso en movimiento, que comprende:

- un generador de haz de luz (1);
- un primer elemento de desviación de haz de luz (2) dispuesto frontalmente con respecto al generador de haz de luz (1), una región de medición (3) dispuesta en la trayectoria del haz desviado por el primer elemento de desviación de haz de luz (2), y un segundo elemento de desviación de haz de luz (4), dispuesto en una posición opuesta con respecto al primer elemento de desviación (2), con el fin de desviar el haz de luz recibido desde el primer elemento de desviación de luz (2) en una dirección opuesta a la que se emite por el generador (1);
- una lente de ampliación (5) configurada para recibir el haz de luz desde el segundo elemento de desviación de haz de luz (4) y para crear una imagen real del objeto (14);
- un dispositivo de división de haz de luz (6) localizado cerca de un extremo de la lente (5) configurado para dividir el haz de luz de la imagen real en dos partes, formando cada parte una imagen respectiva del objeto (14) a medir;

caracterizado por que el dispositivo portátil también comprende dos sensores de imágenes lineales (7.1, 7.2) provistos de elementos sensibles (píxeles) dispuestos linealmente; en el que las direcciones de alineación de los elementos sensibles en los planos de imagen respectivos definen unos ejes respectivos ( $s_1$ ,  $s_2$ ) diferentes entre sí; y en el que la medición de la cantidad de luz se produce a lo largo de dichos ejes ( $s_1$ ,  $s_2$ ), estando cada uno de dichos sensores de imágenes (7.1, 7.2) colocado en correspondencia con un plano de imagen respectivo golpeado por una de las dos partes de la división de haz de luz por el divisor de haz de luz (6) donde se forma una imagen respectiva del objeto (14), estando dichos sensores de imágenes (7.1, 7.2) configurados para detectar la cantidad de luz en diferentes puntos de su superficie y convertirla en cantidades eléctricas;

- un primer circuito de adquisición de imágenes electrónico (8.1) conectado al primer sensor de imágenes lineal (7.1) y un segundo circuito de adquisición de imágenes electrónico (8.2) conectado al segundo sensor de imágenes lineal (7.2); estando cada circuito de adquisición de imágenes electrónico (8.1, 8.2) configurado para detectar la carga eléctrica acumulada en los diferentes puntos de los sensores de imágenes lineales correspondientes (7.1, 7.2) y para convertirla en una secuencia de valores numéricos;
- unos componentes de procesamiento de imágenes electrónicos (9) configurados para determinar los valores ( $d_1$ ,  $d_2$ ) correspondientes a las respectivas longitudes de las regiones oscurecidas, a lo largo de dichos ejes diferentes ( $s_1$ ,  $s_2$ ), en los dos sensores (7.1, 7.2) y los valores ( $c_1$ ,  $c_2$ ) correspondientes a las posiciones centrales de las regiones oscurecidas en los ejes de colocación ( $s_1$ ,  $s_2$ ) de dichos sensores (7.1, 7.2), estando además dichos componentes de procesamiento de imágenes electrónicos (9) configurados para determinar el valor real del diámetro (D) del objeto (14) a partir de los valores ( $d_1$ ,  $d_2$ ,  $c_1$ ,  $c_2$ ) correspondientes a las longitudes y a las posiciones centrales de las regiones oscurecidas.

2. Dispositivo de medición portátil como en la reivindicación 1, caracterizado por que comprende un cuerpo de soporte (12) para al menos parte de los componentes del dispositivo de medición y una carcasa (13) que encierra el cuerpo de soporte (12), definiendo dicha carcasa (13) al menos una parte de mango (13.1) para dicho dispositivo.

3. Dispositivo de medición portátil como en la reivindicación 2, caracterizado por que comprende un elemento de soporte (21), y por que en una superficie dicha carcasa (13) tiene unas ranuras de guía (13.3) para acoplarse a los bordes de guía de emparejamiento presentes en dicho elemento de soporte (21) configurado para soportar de manera fija dicho dispositivo de medición.

4. Dispositivo de medición portátil como en la reivindicación 3, caracterizado por que dicho elemento de soporte (21) comprende una parte fija (22) que puede anclarse a una parte fija de una pared o a una parte de una máquina, y una parte móvil (23) que tiene una primera posición inactiva sustancialmente paralela a dicha parte fija (22) y una segunda posición operativa sustancialmente ortogonal a dicha parte fija (22), y adecuada para recibir dicho dispositivo de medición (20).

5. Dispositivo de medición portátil como en la reivindicación 4, caracterizado por que dicha parte móvil (23) tiene una pared plana (27) provista de unos elementos de sujeción (25) para sujetar una etiqueta de RIFD (26) para la identificación simultánea de la línea de producción.

6. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación 2 a 5, caracterizado por que comprende una interfaz de usuario (10) para mostrar y configurar comandos, proporcionada acoplada con dicha carcasa (13).

7. Dispositivo de medición portátil como en la reivindicación 6, caracterizado por que la interfaz de usuario (10) está configurada para mostrar señales visuales visibles que destacan la dirección preferencial del objeto a medir en la región de medición (3).

- 5 8. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que dicho generador de haz de luz (1) está formado por un LED (1.1), una lente esférica (1.2) y una cámara (1.3) que contiene la lente esférica (1.2), en el que dicho LED (1.1) está localizado en un primer extremo de la cámara (1.3) y está colimado al foco de la lente esférica (1.2).
9. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que cada elemento de desviación de haz de luz (2, 4) consiste en un prisma equipado con un espejo en una de sus caras oblicuas.
- 10 10. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el centro geométrico de la región de medición (3), o centro de medición, está localizado en un punto de intersección "O" de un sistema de tres ejes "X", "Y" y "Z", ortogonales entre sí, en el que:
- 15 - el eje "Z" es paralelo a la dirección de propagación del haz de luz que pasa a través de la región de medición (3);
- el eje "X", ortogonal a "Z", indica la alineación preferencial del eje "W" del objeto cilíndrico (14) a medir;
- el eje "Y", ortogonal a "X" y "Z", indica la dirección preferida en la que se mide el diámetro del objeto.
- 20 11. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que la lente (5) es de tipo telecéntrico; en el plano de imagen de la lente (5), los dos ejes "X" e "Y" se definen de manera natural, correspondientes a las imágenes de dichos dos ejes "X" e "Y"; en dicho plano de imagen de la lente (5), la imagen formada del objeto alargado a medir (14) tiene la forma de una banda oscura con lados paralelos que tienen una anchura "QD" inclinada un ángulo " $\chi$ " con respecto al eje "X" donde "Q" es la ampliación de la lente (5) y "D" es el diámetro del objeto a medir (14).
- 25 12. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el dispositivo de división de haz de luz (6) consiste en un divisor de haz cúbico con una diagonal semirreflectante del 50 %.
- 30 13. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que comprende al menos un elemento de protección (19) al menos para dichos elementos de desviación ópticos (2, 4), que pueden acoplarse y centrarse selectivamente en dicha carcasa (13).
- 35 14. Dispositivo de medición portátil como en cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que comprende al menos un elemento de protección (18) al menos para las manos del operador, que puede acoplarse y centrarse selectivamente en dicha carcasa (13).
- 40 15. Método para la medición sin contacto de una magnitud, tal como un diámetro, de objetos alargados de tamaño pequeño y mediano (14), tal como alambres, barras o tubos, incluso en movimiento, usando un dispositivo portátil como en una u otra de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que permite que:
- 45 - un haz de luz emitido por un generador de haz de luz (1) se desvíe en una primera dirección para pasar a través de una región de medición (3) donde se localiza o transita el objeto (14) a medir, y a continuación se desvía en una segunda dirección que es opuesta a la que se emite por dicho generador (1);
- el haz resultante se hace pasar a través de una lente (5) para crear una imagen real del objeto (14) a medir,
- 50 - después de haber pasado a través de la lente (5), el haz de luz se divide en dos partes mediante un dispositivo de división de haz de luz (6);
- cada una de las dos partes del haz forma, en cada uno de los dos sensores de imágenes lineales (7.1, 7.2) colocados en los planos respectivos donde se forma la imagen del objeto (14), una imagen del objeto a medir (14) en una región espacial separada de la de cualquier otra imagen, produciéndose las mediciones de la cantidad de luz de cada imagen con el sensor de imágenes lineal respectivo (7.1, 7.2) y a lo largo de los ejes respectivos ( $s_1$ ,  $s_2$ ) diferentes uno de otro, con el fin de obtener, para cada sensor lineal (7.1, 7.2) una secuencia de valores sobre la base de la distribución de la energía incidente y que representa la banda oscura proporcionada por el objeto (14);
- 55 - dicha secuencia de valores se transmite a un circuito de adquisición de imágenes electrónico correspondiente (8.1, 8.2) para determinar los valores ( $d_1$ ,  $d_2$ ) correspondientes a las longitudes de las regiones oscurecidas en los dos sensores (7.1, 7.2) y los valores ( $c_1$ ,  $c_2$ ) correspondiente a las posiciones centrales de las regiones oscurecidas en los ejes de colocación diferentes ( $s_1$ ,  $s_2$ ) de dichos sensores (7.1, 7.2);
- a partir de estos valores, un componente de procesamiento electrónico (9) determina el valor real del diámetro (D) del objeto (14), haciendo que sea irrelevante la orientación asumida por el objeto (14).

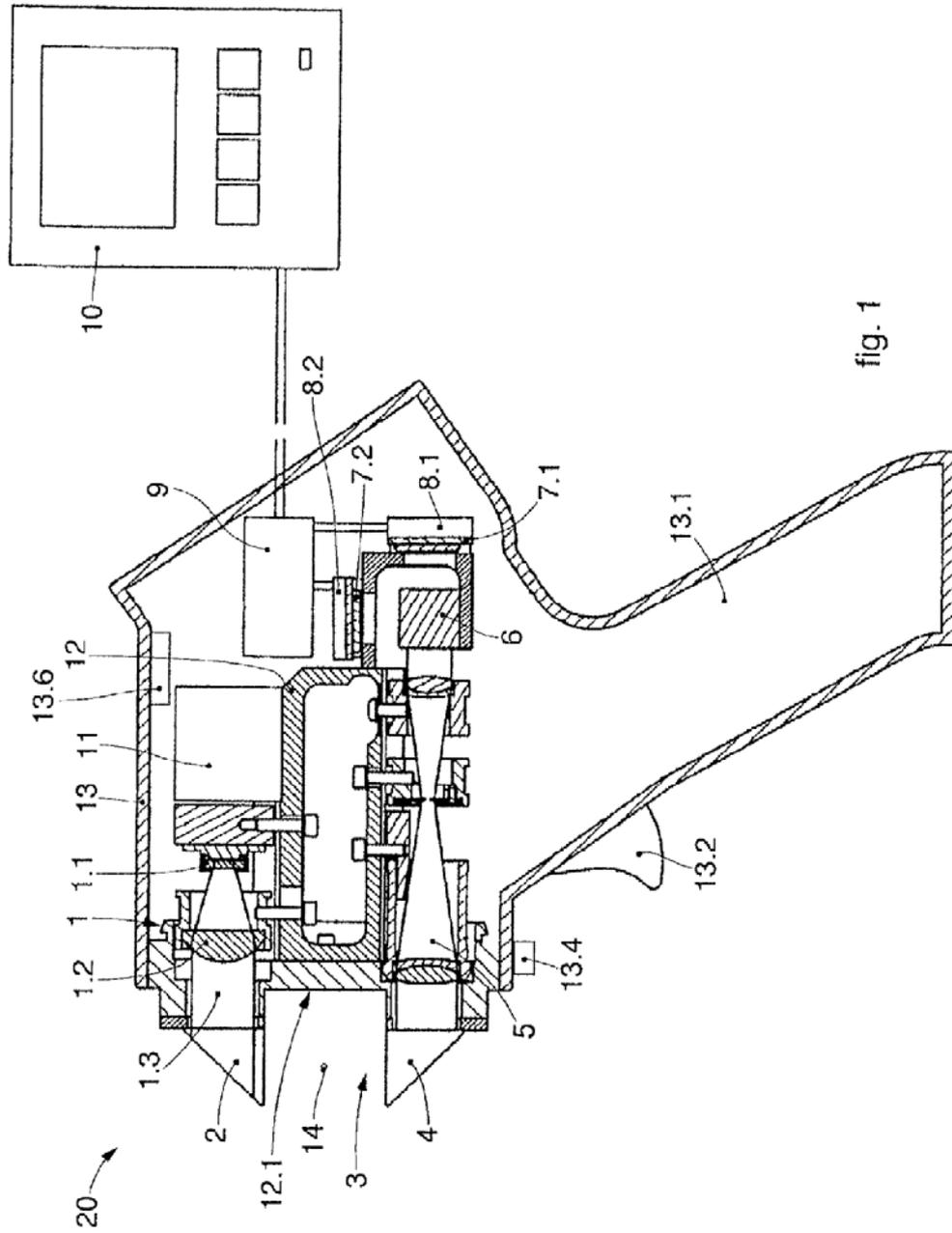


fig. 1

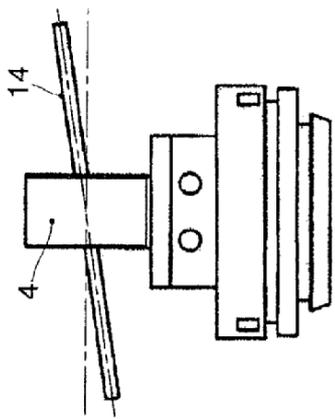


fig. 3

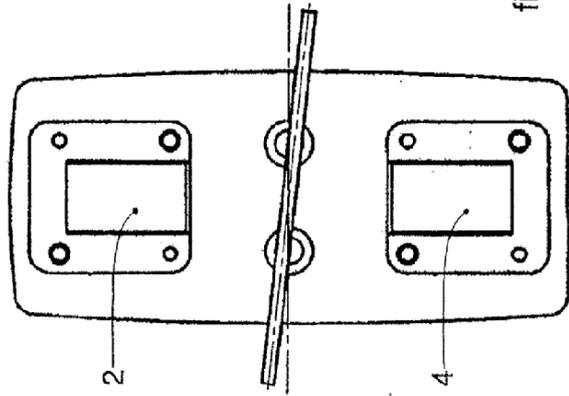


fig. 4

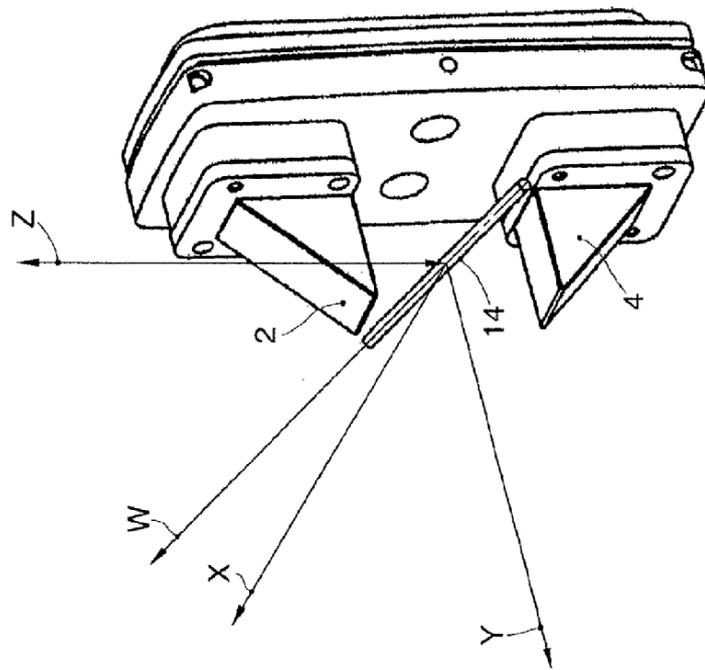


fig. 2

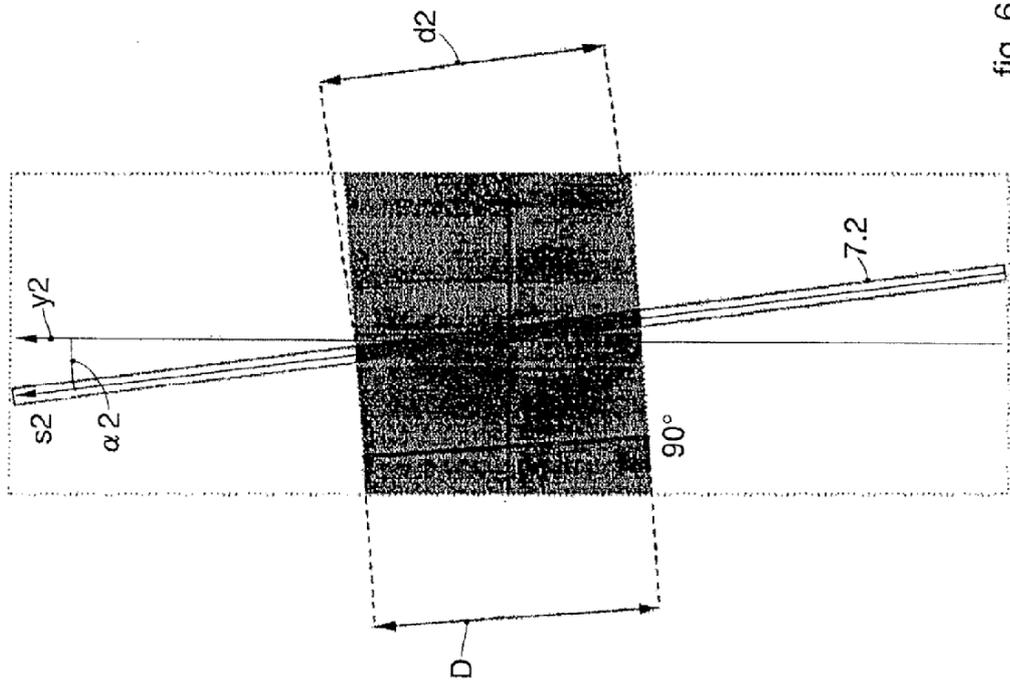


fig. 5

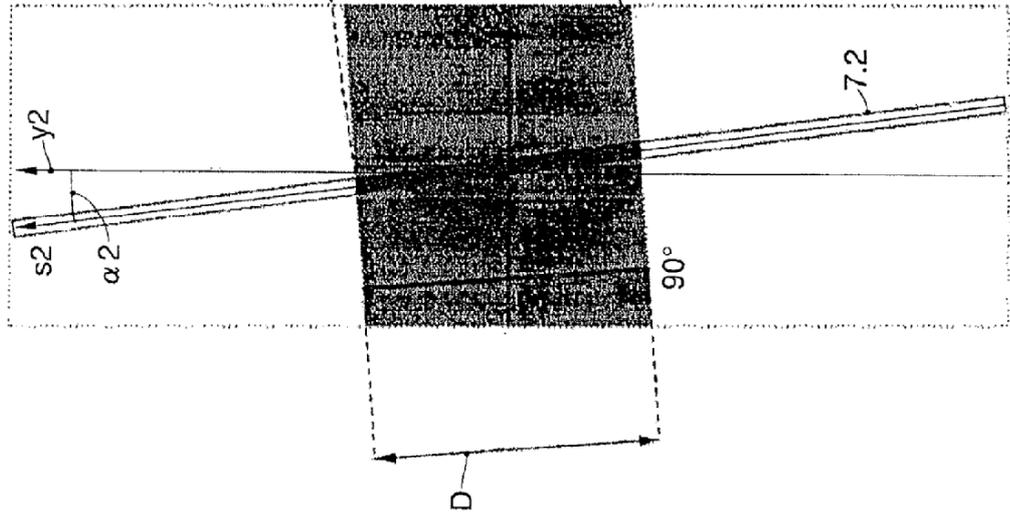


fig. 6

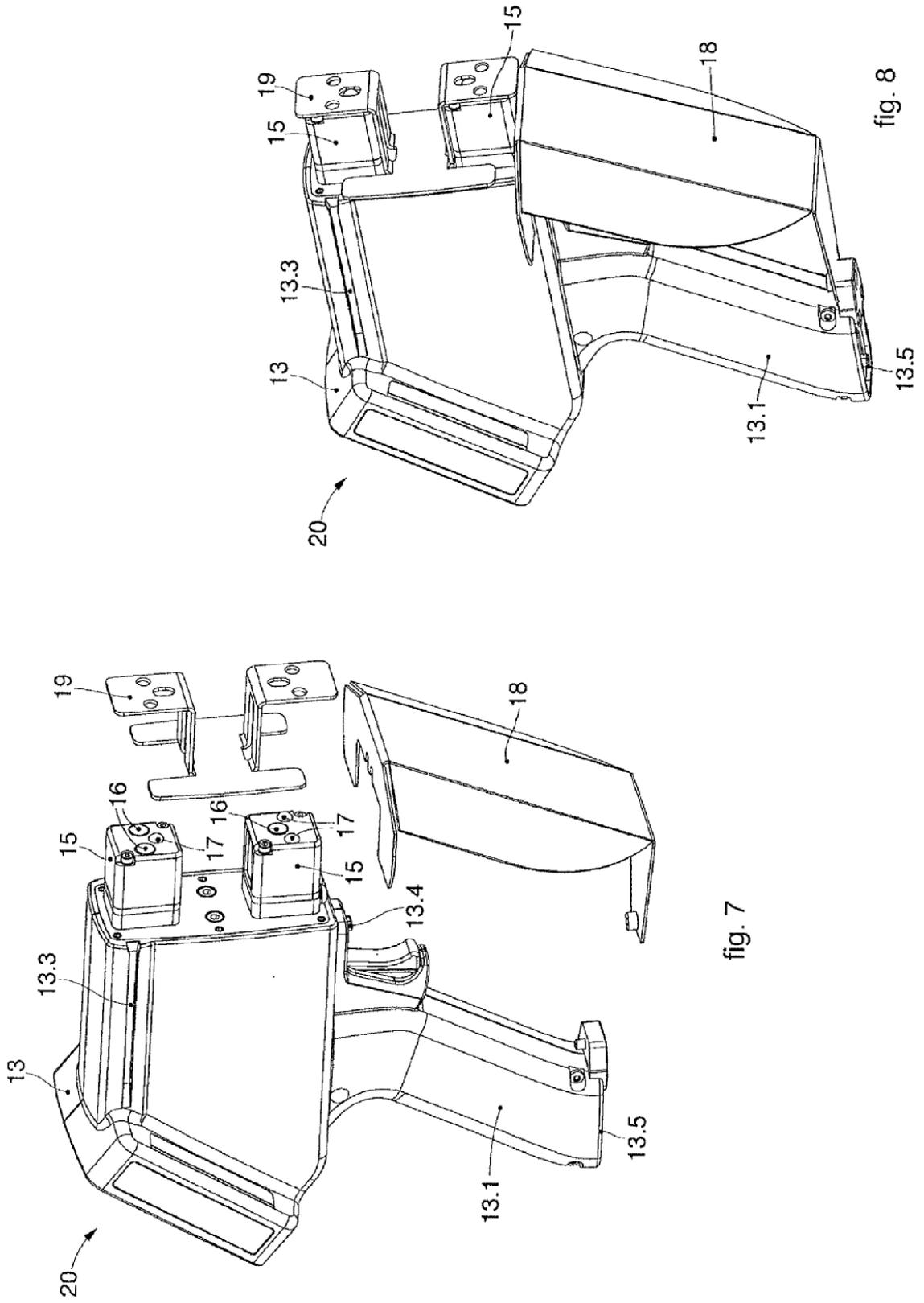


fig. 8

fig. 7

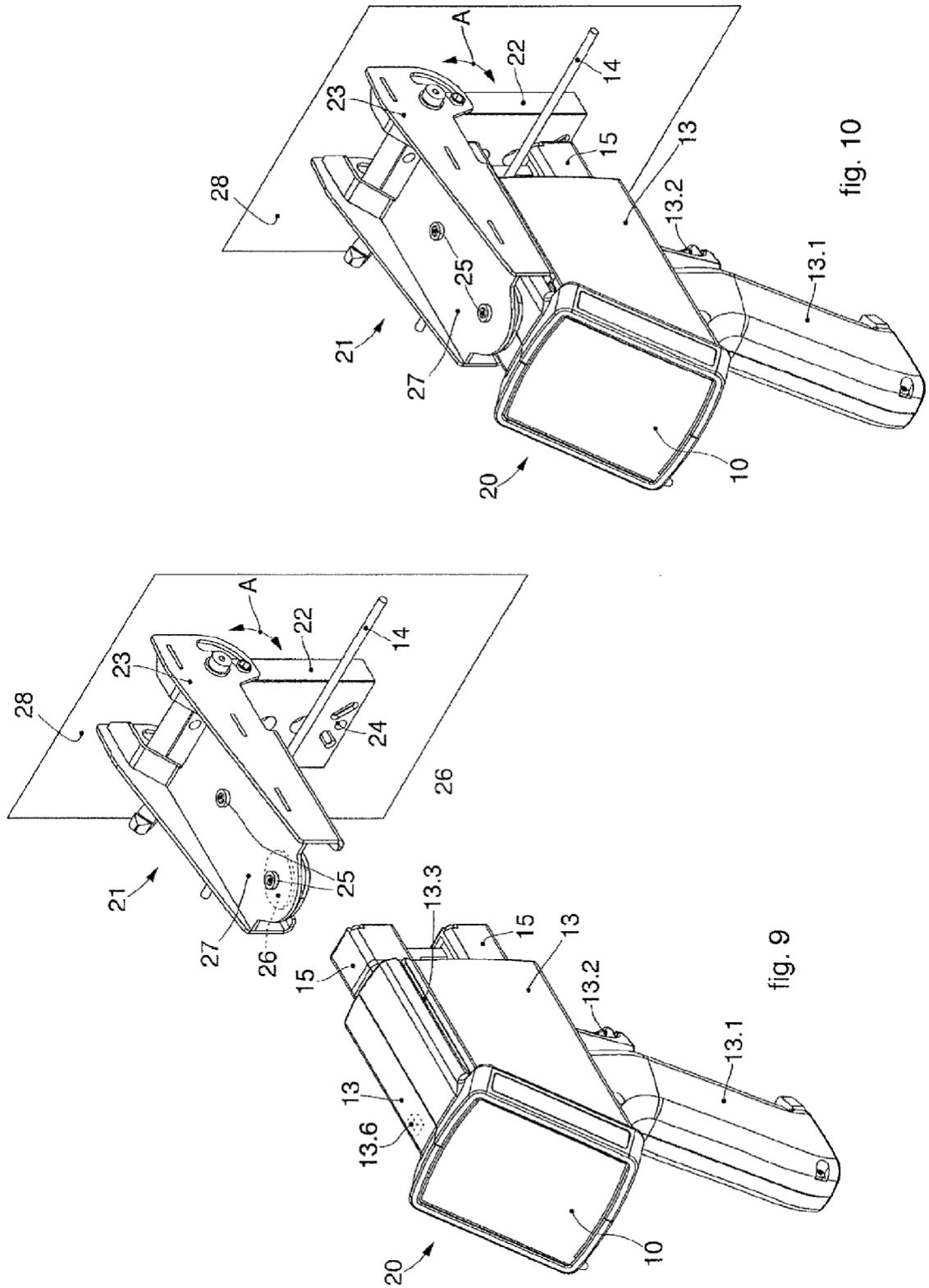


fig. 9

fig. 10