

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 979 307**

51 Int. Cl.:

G01P 3/36 (2006.01)

G01P 13/04 (2006.01)

G01P 3/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2021 PCT/EP2021/054403**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.09.2021 WO21175653**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2021 E 21707951 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2024 EP 4115187**

54 Título: **Dispositivo para determinar la velocidad y/o la longitud de un producto**

30 Prioridad:

02.03.2020 DE 102020105456

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

25.09.2024

73 Titular/es:

**SIKORA AG (100.0%)
Bruchweide 2
28307 Bremen, DE**

72 Inventor/es:

**HOLLE, ARMIN y
KAYA, TUNCER**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 979 307 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 para determinar la velocidad y/o la longitud de un producto

5 La invención se refiere a un dispositivo para determinar la velocidad y/o la longitud de un producto, preferentemente una barra, que se mueve a lo largo de una dirección de transporte, que comprende un láser para irradiar una superficie del producto y que comprende un equipo detector para detectar la radiación láser retrodispersada por la superficie del producto.

10 Por ejemplo, en la producción de tubos, por ejemplo en dispositivos de extrusión, existe la necesidad de medir la longitud de la barra fabricada. Una detección precisa de la longitud de la producción ofrece potencial para un valor añadido adicional. Por el estado de la técnica se conocen procedimientos de medición ópticos sin contacto. Estos ofrecen la ventaja de que funcionan de forma no invasiva y, por lo tanto, funcionan esencialmente sin desgaste. Al evitar el resbalamiento se consigue también una mayor precisión de medición y puede medirse una amplia gama de productos. Los procedimientos ópticos de medición de longitud más habituales tienen en común que la longitud se mide indirectamente mediante una medición continua de la velocidad del producto.

20 Son conocidos dispositivos de medición de filtros espaciales ópticos en los que un sensor detecta a través de una rejilla de transmisión un patrón óptico generado por la irradiación de la superficie del producto. El sensor detecta un movimiento del producto y un movimiento asociado a este del patrón óptico; en el caso más sencillo como una simple modulación de intensidad. Este procedimiento de medición se caracteriza ciertamente por una gran simplicidad estructural y metrológica. No obstante, no se ha impuesto en la práctica, entre otras cosas por el hecho de que no siempre proporciona resultados fiables a bajas velocidades, paradas (repentinas) o grandes aceleraciones positivas o negativas. Tampoco es posible distinguir las direcciones de la dirección de movimiento del producto.

25 En otros dispositivos ópticos de medición de longitud, la superficie del producto se ilumina, por ejemplo, con un diodo luminoso y la superficie iluminada se reproduce con un objetivo en un sensor generador de imágenes, por ejemplo, un sensor CCD. En este caso, es la estructura superficial propiamente dicha del producto la que sirve como patrón óptico. Los píxeles individuales pueden ponderarse en la captura de datos de tal manera que se imita el efecto de una rejilla de transmisión. Una ventaja de estos dispositivos de medición es que, a partir de una imagen en bruto, pueden generarse al mismo tiempo varias señales, por ejemplo mediante diferentes ponderaciones de la rejilla en la evaluación. De este modo es posible, por ejemplo, una sensibilidad direccional. No obstante, estos dispositivos de medición tampoco se han consolidado en la práctica. Esto se debe, entre otras cosas, al ancho de banda y la resolución espacial limitados de los sensores generadores de imágenes y a las limitaciones resultantes de la precisión de la medición, así como del rango de velocidad medible. El uso de una óptica que reproduce una imagen hace además que el sistema sea inflexible y susceptible a variaciones de la distancia, lo que limita la profundidad de campo. La orientación del sistema de medición requiere un esfuerzo considerable y, debido al uso de la estructura superficial del producto como patrón óptico, surgen problemas con superficies muy lisas de los productos.

40 En la práctica se han consolidado sobre todo los dispositivos de medición láser Doppler. A este respecto, se evalúa la luz láser retrodispersada por una superficie en movimiento aprovechándose el efecto Doppler. Por ejemplo, pueden incidir en el producto dos haces de láser colimados con un cierto determinado y superponerse en la superficie del producto. La superposición crea un patrón de interferencia, produciéndose una modulación de la intensidad de la luz láser retrodispersada a través de la superficie cuando se mueve el producto. Si no se toman otras medidas, tampoco con estos dispositivos de medición puede detectarse una parada o un cambio de dirección del producto. Por lo tanto, se ha propuesto generar un desplazamiento de frecuencia entre los dos haces medidores láser con las llamadas células de Bragg. Esto hace que el patrón de interferencia se mueva a lo largo de la superficie iluminada del producto, siendo posible detectar la dirección del movimiento o incluso una parada del producto. No obstante, las células de Bragg son muy caras. Otra desventaja de los dispositivos láser Doppler es que la calibración de los componentes del dispositivo de medición depende del ángulo de los dos haces medidores láser y de la longitud de onda del láser. Esto hace que la configuración del dispositivo de medición sea compleja.

55 Por el documento US 2004/0145749 A1 se conoce un dispositivo para la detección sin contacto de la dirección del movimiento de un objeto. El dispositivo presenta dos equipos de medición que están configurados respectivamente para evaluar un procedimiento de filtrado espacial. Una radiación láser dirigida al objeto a medir y reflejada en el objeto se divide mediante un divisor de haz en dos trayectorias de haz, que se dirigen respectivamente a uno de los equipos de medición. Mediante la evaluación de los patrones de moteado registrados por los equipos de medición se detecta la dirección del movimiento del objeto.

60 Por el documento JP H08 146020 A se conoce un procedimiento para detectar una velocidad de movimiento de un objeto en movimiento, cuya velocidad de movimiento y dirección de movimiento cambian varias veces durante un proceso de producción. El procedimiento de medición se lleva a cabo mediante un procedimiento Doppler en combinación con un procedimiento de filtrado espacial, usándose para el procedimiento de filtrado espacial un sensor de luz unidimensional. De este modo se pretende ampliar el rango de medición a diferentes velocidades del objeto, en particular a velocidades bajas.

El documento EP 0 710 817 A1 describe un dispositivo para examinar una superficie de carretera, en el que se proyecta luz en la superficie de la carretera y la luz dispersada por la superficie de la carretera se registra mediante fotodetectores y un filtro espacial. De esta manera debe detectarse si la superficie de la carretera está cubierta de nieve, grava o asfalto.

5 El documento US 4 616 931 A describe un procedimiento y un dispositivo para la determinación sin contacto del movimiento de un objeto, en el que se proyecta una imagen del objeto en movimiento en una rejilla de transductores optoelectrónicos. Las mediciones se realizan con una matriz bidimensional de transductores para detectar el movimiento del objeto en direcciones diferentes.

10 El documento DE 10 2015 217 022 A1 describe un procedimiento de medición de filtrado espacial para determinar una velocidad relativa entre un dispositivo de medición de filtrado espacial y un objeto. Para generar una señal de filtrado espacial, una sección observada del objeto se mantiene temporal o permanentemente al menos aproximadamente constante.

15 Por el documento US 2013/0001401 A1 se conoce otro procedimiento de medición de filtrado espacial, en el que se generan señales desfasadas con un conjunto de espejos móviles, pudiendo formarse la diferencia entre las mismas.

20 El documento EP 2 241 896 A1 describe un sistema de regulación para la estabilización de un misil con un dispositivo de medición optoelectrónico que emite una señal de medición acerca de una magnitud de movimiento del misil, eliminándose las influencias de movimientos de balanceo y de giro del misil de la señal de medición.

25 Por lo tanto, basándose en el estado de la técnica explicado, la invención se basa en el objetivo de proporcionar un dispositivo del tipo mencionado al principio, con el que se consiga en todo momento una medición fiable de la velocidad y/o de la longitud del producto, siendo también posible detectar de forma fiable, sencilla desde el punto de vista constructivo y económica un cambio de dirección o una parada del producto.

30 La invención consigue el objetivo mediante el objeto de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes, en la descripción y en las figuras.

35 Para un dispositivo del tipo mencionado al principio, la invención consigue el objetivo por que el equipo detector comprende un primer sensor con una primera rejilla de transmisión dispuesta delante del primer sensor, así como un segundo sensor formado por un sensor de imagen, por que además está previsto un primer divisor de haz que divide la radiación láser retrodispersada por el producto en una radiación láser dirigida por un lado al primer sensor y por otro lado al sensor de imagen, y por que está previsto un equipo de evaluación, que está configurado para determinar la velocidad y/o la longitud del producto con ayuda de una modulación de intensidad detectada por el primer sensor cuando se mueve el producto y con ayuda de un desplazamiento de un patrón de moteado formado en el sensor de imagen y detectado por el sensor de imagen cuando se mueve el producto.

40 El producto puede ser en particular una barra. La barra puede ser una barra en forma de tubo. La barra se transporta a lo largo del dispositivo, en particular a lo largo de su eje longitudinal. El producto puede ser, por ejemplo, también una lámina, una placa o un perfil de otro tipo. Para transportar el producto a lo largo del dispositivo, el dispositivo puede comprender un equipo de transporte correspondiente. El producto puede estar hecho, por ejemplo, de plástico o metal o vidrio. El producto puede proceder, por ejemplo, de un dispositivo de extrusión en el que el producto se fabrica por extrusión. El dispositivo también puede comprender el dispositivo de extrusión.

45 En el dispositivo de acuerdo con la invención, la superficie del producto se irradia con un láser y la radiación láser es dispersada por el producto. Está previsto un primer sensor y en la trayectoria del haz de la radiación láser, delante del primer sensor, está dispuesta una primera rejilla de transmisión. La radiación retrodispersada por el producto llega correspondientemente a la primera red de transmisión. En la primera rejilla de transmisión se genera un patrón de moteado. Un patrón de moteado se genera por la interferencia de una radiación suficientemente coherente, en este caso la radiación láser, que es dispersada desde lugares a diferentes alturas en la superficie del producto y que tiene correspondientemente una diferencia de trayectorias que genera el patrón de interferencia (patrón de moteado). Según el patrón de moteado formado en la primera rejilla de transmisión, la radiación pasa a través de la primera rejilla de transmisión y es detectada por el primer sensor. Un movimiento del producto en la dirección de transporte genera un movimiento correspondiente del patrón de moteado en la rejilla de transmisión. Esto conduce a una modulación correspondiente de la intensidad de radiación recibida por el primer sensor. De la frecuencia de la modulación de intensidad puede deducirse de forma de por sí conocida la velocidad del producto y de esta, a su vez, la longitud del producto entre diferentes momentos de medición. La frecuencia de modulación es a este respecto en particular proporcional a la velocidad del producto. En particular en el caso de haces de láser colimados, no se ve influenciada por movimientos del producto en otra dirección que la de transporte. Por lo tanto, preferentemente es posible usar radiación láser colimada. En este caso, los trayectos recorridos por el producto y el patrón de moteado en la rejilla de transmisión son idénticos, independientemente de eventuales movimientos del producto en otra dirección que la dirección de transporte. No obstante, el uso de radiación láser colimada no es obligatorio. Por el contrario, también es posible usar radiación láser no colimada o solo parcialmente colimada.

Como láser puede usarse, por ejemplo, un láser infrarrojo. El patrón de moteado es un patrón de moteado objetivo, es decir, un patrón de moteado que solo queda formado por la propagación de radiación dispersada en una superficie suficientemente rugosa y que se propaga en el espacio. Puesto que el patrón de moteado no se produce hasta en la primera rejilla de transmisión, siempre queda enfocado en esta. Por lo tanto, no se requiere ninguna óptica que reproduce una imagen. Por lo tanto, en particular es posible que en el dispositivo de acuerdo con la invención no esté dispuesta ninguna óptica que reproduce una imagen entre el producto y el primer sensor. Esto hace que la estructura y la configuración del dispositivo de acuerdo con la invención sea sencilla y económica. Además, pueden realizarse diferentes distancias de trabajo con respecto al producto y tolerarse variaciones en la distancia durante la medición o entre diferentes mediciones. Gracias al uso de un patrón de moteado, también en superficies muy lisas con una rugosidad del orden de la longitud de onda del láser hay un alto contraste, por lo que queda garantizada una alta calidad de la señal. También superficies muy lisas pueden medirse de forma fiable. Gracias al ancho de banda esencialmente mayor, en particular en comparación con sensores generadores de imágenes como sensores CCD, con el procedimiento de filtrado espacial puede medirse con el primer sensor en los mismos rangos de velocidad que con los dispositivos de medición láser Doppler.

No obstante, como se ha explicado al principio, los procedimientos de filtrado espacial son en principio problemáticos en el caso de velocidades de producto muy lentas, en particular en caso de una parada del producto. Como se ha explicado anteriormente, tampoco es posible hasta ahora una detección direccional con el procedimiento de filtrado espacial sin que se produzca una reducción de la precisión de la medición y del rango de velocidad. Para permitir a pesar de ello de forma sencilla y económica una sensibilidad direccional y una posibilidad de medición en el caso de velocidades de transporte muy bajas hasta la parada, el dispositivo de acuerdo con la invención combina el procedimiento de filtrado espacial explicado con una captura de imágenes del patrón de moteado generado por la irradiación de la superficie del producto con luz láser. Para ello, el dispositivo comprende un segundo sensor en forma de un sensor de imagen, es decir, un sensor que tiene una superficie sensora de resolución bidimensional. El patrón de moteado también se genera en la superficie sensora del sensor de imagen. Gracias al uso de un divisor de haz, ambos sensores ven la misma zona de la superficie del producto o la radiación láser dispersada por la misma zona de la superficie del producto. Por lo tanto, detectan también el mismo patrón de moteado. A este respecto, la primera rejilla de transmisión puede estar dispuesta entre el primer divisor de haz y el primer sensor. El equipo de evaluación evalúa el resultado de la medición del segundo sensor (del sensor de imagen) según el llamado procedimiento de seguimiento de flujo óptico, que se usa por ejemplo también en ratones ópticos de ordenador. A este respecto se aprovecha el hecho de que el patrón de moteado formado en el sensor de imagen se desplaza en la superficie sensora de acuerdo con el movimiento de transporte del producto. Gracias a este desplazamiento del patrón de moteado es posible, por un lado, una medición de la velocidad y, por lo tanto, de la longitud del producto, incluso a velocidades de transporte muy bajas, hasta una parada. Por otro lado también existe una sensibilidad direccional, pudiendo medirse en particular también movimientos transversales con respecto a la dirección de transporte. Puesto que la evaluación de los datos está basada en un análisis de correlación, con el sensor de imagen, una medición de velocidades de transporte lentas puede medirse de forma mucho más eficiente que con un sistema de medición de filtrado espacial concebido para un rango de velocidad muy amplio con una rejilla óptica.

Por lo tanto, el dispositivo de acuerdo con la invención combina una medición de filtrado espacial con una medición generadora de imágenes según el procedimiento de seguimiento de flujo óptico, viendo los dos sensores el mismo patrón de moteado debido a la disposición con el divisor de haz. De este modo pueden medirse de forma fiable, sencilla desde el punto de vista constructivo y económica la velocidad y la longitud del producto en un amplio rango de velocidad hasta la parada, detectándose al mismo tiempo la dirección. A este respecto, el primer sensor puede servir como sensor principal, que mide la velocidad y/o longitud del producto en el funcionamiento normal, cuando este ha alcanzado su velocidad de funcionamiento. El segundo sensor (sensor de imagen) puede usarse como sensor auxiliar, en caso de velocidades de transporte bajas del producto hasta una parada y/o hasta la detección de la dirección. A este respecto, también unos valores de aceleración muy elevados no suponen ningún problema para una medición fiable. Además es posible una distancia especialmente pequeña entre el equipo detector y el producto, por ejemplo de menos de 10 cm, lo que permite una mejor evaluación, en particular en el caso de productos muy pequeños, en particular muy finos o muy lisos. Además, en este caso, las carcasas protectoras que han de preverse eventualmente pueden realizarse de forma más compacta, por lo que se reduce aún más el esfuerzo y los costes del dispositivo. El polvo u otros factores perturbadores en la trayectoria del haz tienen una influencia menor. En los dispositivos láser Doppler conocidos se necesitan para ello costosos accesorios de protección adicionales. Además, en el dispositivo de acuerdo con la invención, el ángulo entre el haz de láser y el producto no tiene ninguna influencia relevante en el resultado de la medición. Esto permite una fácil calibración.

Según una configuración, entre la primera rejilla de transmisión y el primer sensor puede estar dispuesta una primera lente que enfoca la radiación láser dirigida al primer sensor en el primer sensor. Gracias a la lente de enfoque queda garantizado que toda la radiación que pasa a través de la rejilla de transmisión se dirija al primer sensor y esté disponible, por lo tanto, para su evaluación.

De manera especialmente adecuada a la práctica, el primer sensor puede ser un fotodiodo. Una ventaja determinante de un fotodiodo en comparación con un sensor de imagen es el mayor ancho de banda del fotodiodo. Pueden usarse, por ejemplo, fotodiodos de silicio. Presentan una alta sensibilidad, por ejemplo para los láseres infrarrojos habituales.

Según otra configuración, entre el primer divisor de haz y el sensor de imagen puede estar dispuesta una segunda lente que enfoca la radiación láser dirigida al sensor de imagen. Mientras que el patrón de moteado en la trayectoria del haz del primer sensor se genera en la primera rejilla de transmisión, como se ha explicado, el patrón de moteado en la trayectoria del haz del sensor de imagen (segundo sensor) se genera en la superficie sensora. Mediante una lente de enfoque, la radiación láser puede enfocarse en una abertura de medición del sensor de imagen, de modo que puede evaluarse toda la radiación láser. Así, puede mejorar aún más la evaluación de las señales de medición. La lente de enfoque puede estar dispuesta inmediatamente delante del sensor de imagen y/o, por ejemplo, inmediatamente detrás del primer divisor de haz para captar más radiación, por ejemplo en caso de distancias mayores o productos más pequeños.

Según otra configuración especialmente adecuada a la práctica, el sensor de imagen puede ser un sensor CCD o un sensor CMOS.

De acuerdo con la invención, el equipo detector comprende además un tercer sensor. Entre el primer divisor de haz y el sensor de imagen está dispuesto un segundo divisor de haz, que divide la radiación láser procedente del primer divisor de haz en radiación láser dirigida por un lado al sensor de imagen y por otro lado al tercer sensor, o entre el primer divisor de haz y la primera rejilla de transmisión está dispuesto un segundo divisor de haz, que divide la radiación láser procedente del primer divisor de haz en radiación láser dirigida por un lado al primer sensor y por otro lado al tercer sensor. Para determinar la velocidad y/o la longitud del producto, el equipo de evaluación forma la diferencia entre las señales de medición del primer sensor y del tercer sensor. La señal de medición recibida por el primer sensor contiene una llamada componente continua como offset. Esta componente continua se elimina restandose las señales de medición del tercer sensor de las señales de medición del primer sensor. La señal diferencial así obtenida ya no contiene ninguna componente continua, por lo que mejora considerablemente la relación señal/ruido y al mismo tiempo la detectabilidad de las señales. Por ejemplo, si el producto vibra o tiene una estructura superficial periódica, pueden producirse variaciones periódicas de la intensidad, que conducen a su vez a frecuencias perturbadoras en la señal. Estas frecuencias perturbadoras no siempre pueden distinguirse sin más de la frecuencia de modulación propiamente dicha de la señal útil. En la configuración descrita en este caso, solo la señal del primer sensor contiene la señal útil, de modo que las frecuencias detectadas tanto en el primer como en el tercer sensor pueden identificarse claramente como interferencias. Gracias a ello mejora aún más la evaluación de la señal de medición.

Según otra configuración, delante del tercer sensor puede estar dispuesta una segunda rejilla de transmisión, estando desfasada la segunda rejilla de transmisión 180° con respecto a la primera rejilla de transmisión. Gracias a esta configuración no solo se elimina la componente continua, sino que, debido al desplazamiento de fase de 180° de las rejillas de transmisión se produce además una amplificación máxima de la señal de modulación de la intensidad, en particular de la correspondiente oscilación de la señal. No obstante, esto requiere un posicionamiento exacto de las dos rejillas de transmisión, lo que puede ser demasiado costoso según el caso de aplicación. Correspondientemente, también es posible que delante del tercer sensor no esté dispuesta ninguna rejilla de transmisión. De este modo se evita el problema del posicionamiento exacto. Si bien en este caso no se produce ninguna amplificación de la señal de oscilación, pero a pesar de ello se elimina la componente continua. Según el caso de aplicación, esta solución puede ser suficiente o preferente.

También el tercer sensor puede ser un fotodiodo. Puede ser, por ejemplo, a su vez un fotodiodo de silicio, que tiene una sensibilidad especialmente alta para los láseres infrarrojos habituales.

Según otra configuración, el equipo de evaluación puede estar configurado para determinar un desplazamiento del patrón de moteado detectado por el sensor de imagen en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte del producto. Además, puede estar previsto un equipo de ajuste para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser en el producto al menos en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte del producto, y el equipo de evaluación puede estar configurado para controlar el equipo de ajuste debido a un desplazamiento determinado del patrón de moteado detectado por el sensor de imagen en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte del producto para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser en el producto al menos en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte del producto. En los dispositivos de medición del estado de la técnica, en particular en el caso de productos finos, como por ejemplo productos finos en forma de barra, existe el problema de que un desplazamiento lateral dado el caso no detectado del producto conduce a una irradiación o medición inadecuada del producto mediante la radiación láser. La tolerancia lateral, es decir, transversal con respecto a la dirección de transporte del producto, mide a este respecto normalmente solo unos pocos milímetros, dependiendo del tamaño del punto láser en la superficie. Puesto que el dispositivo de acuerdo con la invención con el sensor de imagen detecta también movimientos transversales del producto, es decir, transversales con respecto a la dirección de transporte, esto puede usarse para un ajuste lateral del láser mediante el equipo de evaluación. El equipo de ajuste puede comprender, por ejemplo, un espejo con accionamiento galvanométrico o similar. Mediante el control del equipo de ajuste mediante el equipo de evaluación, la dirección del láser en la dirección transversal con respecto a la dirección de transporte puede regularse de tal manera que el producto siempre puede iluminarse y medirse de forma óptima. Gracias a ello pueden realizarse tolerancias esencialmente mayores en la dirección transversal con respecto a la dirección de transporte que en el estado de la técnica, por ejemplo del orden de hasta 100 mm en caso de ópticas de un tamaño de aproximadamente 25 mm con

distancias de trabajo de hasta 500 mm.

Según otra configuración, puede estar previsto además un equipo de ajuste de distancia, mediante el cual puede ajustarse la distancia del láser y/o del equipo detector de la superficie del producto. También el equipo de ajuste de distancia puede controlarse mediante el equipo de evaluación. Un ajuste de distancia de este tipo es ventajoso, puesto que de este modo puede ajustarse el dispositivo, en particular el equipo detector, y dado el caso también el láser, más cerca del producto. Como ya se ha explicado anteriormente, una distancia pequeña del producto ofrece diferentes ventajas, en particular en el caso de productos especialmente finos y lisos, en particular productos en forma de barras, así como también en lo que respecta a las medidas de protección contra la influencia de partículas perturbadoras. El dispositivo de acuerdo con la invención también puede comprender un equipo para inclinar el láser, de modo que el punto en la superficie del producto iluminado por el láser siempre pueda mantenerse, por ejemplo, verticalmente por debajo del equipo detector, incluso en caso de diferentes distancias entre el láser y la superficie del producto.

Según otra configuración puede estar previsto además un divisor de haz de láser, que dirige la radiación láser emitida por el láser perpendicularmente a la superficie del producto. La radiación láser puede acoplarse mediante el divisor de haz de láser directamente en la trayectoria del haz del equipo detector, en particular del primer y segundo sensor. En particular, la radiación láser dispersada perpendicularmente por la superficie del producto puede incidir a este respecto de forma central en el primer divisor de haz y, dado el caso, en el primer y/o segundo sensor. En esta configuración, no es necesario ajustar el ángulo de incidencia del láser para otra distancia de trabajo. Gracias a ello son posibles profundidades de campo aún mayores, puesto que el punto láser no se mueve hacia la izquierda o hacia la derecha cuando el producto realiza un movimiento de vaivén.

Unos ejemplos de realización de la invención se explican a continuación con más detalle con ayuda de los dibujos. Muestran esquemáticamente:

- la figura 1 un dispositivo según un primer ejemplo,
- la figura 2 un dispositivo de acuerdo con la invención según un ejemplo de realización,
- la figura 3 una ilustración de la ajustabilidad del láser,
- la figura 4 tres vistas parciales para ilustrar un equipo de ajuste para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser, y
- la figura 5 un dispositivo según otro ejemplo.

A menos que se indique lo contrario, las mismas referencias designan los mismos objetos en las figuras.

En la figura 1 está representada un recorte de una barra en forma de tubo 10, que se transporta mediante un equipo de transporte no representado con más detalle a lo largo de una dirección de transporte, como se muestra con la flecha 12. La dirección de transporte discurre en la dirección del eje longitudinal de la barra 10. Mediante un láser 14 se dirige radiación láser a la superficie de la barra 10. La radiación láser dispersada por la superficie se divide mediante un primer divisor de haz en dos componentes de radiación 16. Una primera componente de radiación incide en una primera rejilla de transmisión 18. La radiación láser que pasa a través de la primera rejilla de transmisión 18 se enfoca mediante una primera lente 20 en un primer sensor 22, que puede ser, por ejemplo, un fotodiodo. Una segunda componente de radiación llega a un segundo sensor 24, que es un sensor de imagen, por ejemplo un sensor CCD o un sensor CMOS. Inmediatamente delante del sensor de imagen 24 puede estar prevista una segunda lente de enfoque 26. Alternativa o adicionalmente también puede estar dispuesta inmediatamente después del primer divisor de haz 16 una segunda lente de enfoque 28. La radiación procedente del primer divisor de radiación 16 se enfoca mediante la segunda lente 26 y/o 28 en una abertura de medición del sensor de imagen 24.

Gracias al uso de luz láser coherente se genera un patrón de moteado en la primera rejilla de transmisión 18, por un lado, y en la superficie sensora del sensor de imagen 24, por otro lado. Este patrón de moteado está caracterizado por la estructura superficial de la barra 10 y se mueve correspondientemente con la barra 10. Gracias a ello, el primer sensor 22 detecta una modulación de intensidad con una frecuencia de modulación que es característica para el movimiento de la barra 10. Por otra parte, el patrón de moteado se desplaza en la superficie sensora del sensor de imagen 24 y el sensor de imagen 24 detecta este desplazamiento. Las señales de medición del primer sensor 22 y del sensor de imagen 24 se envían a un equipo de evaluación 30. El equipo de evaluación 30 determina la velocidad y/o la longitud de la barra entre diferentes momentos de medición con ayuda de la modulación de intensidad detectada por el primer sensor 22 y/o con ayuda del desplazamiento del patrón de moteado detectado por el sensor de imagen 24.

El dispositivo de acuerdo con la invención en la figura 2 corresponde en gran medida al dispositivo de la figura 1. A diferencia del dispositivo de la figura 1, en el dispositivo de la figura 2 está dispuesto un segundo divisor de haz 32 entre el primer divisor de haz 16 y el sensor de imagen 24, que divide la radiación láser procedente del primer divisor de haz 16 en radiación láser dirigida por un lado al sensor de imagen 24 y por otro lado a un tercer sensor 34. El tercer

sensor 34 también puede estar formado por un fotodiodo. Además de las señales de medición del primer sensor 22 y del sensor de imagen 24, en el ejemplo de realización según la figura 2 también se transmiten las señales de medición del tercer sensor 34 al equipo de evaluación 30. El equipo de evaluación 30 forma una diferencia entre los valores de medición del primer sensor 22 y del tercer sensor 34 para eliminar una componente continua en la señal de medición. Gracias a ello mejora la relación señal/ruido y aumenta la precisión de la medición. Es disponible disponer delante del tercer sensor 34, en particular entre el segundo divisor de haz 32 y el tercer sensor 34, una segunda rejilla de transmisión, que está desfasada 180° con respecto a la primera rejilla de transmisión 18. Al formarse la diferencia entre las señales de los sensores del primer y tercer sensor 22, 34, esto conduce adicionalmente a una amplificación máxima de la señal de modulación medida.

La figura 3 muestra en el ejemplo del dispositivo mostrado en la figura 1 cómo mediante una inclinación del láser 14 puede garantizarse una ajustabilidad a diferentes distancias entre la superficie de la barra 10 y el dispositivo, en particular de los sensores 22, 24 o el divisor de haz 16. A este respecto están representadas dos superficies de barra a diferentes distancias del dispositivo y correspondientemente dos posiciones diferentes del láser 14. Gracias a la inclinación del láser 14 queda garantizado que la radiación láser incida siempre de forma central, verticalmente por debajo del divisor de haz 16 en la superficie de la barra. Por supuesto, esto también se aplica de la misma manera al ejemplo de realización mostrado en la figura 2. Puesto que se renuncia a una óptica que reproduce una imagen entre la barra 10 y los sensores 22, 24 y dado el caso 34 en los dispositivos de acuerdo con la invención representados y debido al hecho de que el patrón de moteado que se genera en la primera rejilla de transmisión 18 o el sensor de imagen 24 es siempre nítido, al inclinarse el láser 14 de forma especialmente sencilla no se necesitan medidas de calibración adicionales.

La figura 4 muestra de forma muy esquemática un equipo de ajuste integrado en el láser 14 para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser en la barra 10 en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte de la barra 10. Esto puede usarse en el ejemplo de realización según la figura 2 y en cada uno de los ejemplos mostrados. En la figura 4 se muestran tres vistas parciales diferentes, que representan diferentes estados. En las tres vistas parciales de la figura 4, la dirección de transporte de la barra 10 discurre perpendicularmente al interior del plano del dibujo. En la vista parcial izquierda de la figura 4, se muestra un estado en el que la radiación láser procedente del láser 14 incide verticalmente hacia abajo de forma central en la superficie de la barra 10. Esta incidencia central representa el estado deseado. En la vista parcial central de la figura 4 se muestra un estado en el que la barra 10 se ha movido transversalmente con respecto a la dirección de transporte, en la vista parcial ligeramente hacia la izquierda. Debido a ello, el punto de incidencia de la radiación láser, que sigue saliendo verticalmente hacia abajo del láser 14, ya no se encuentra de forma central en la superficie de la barra. Esto conduce a una iluminación no óptima de la superficie de la barra y, en caso de un desplazamiento lateral correspondientemente grande de la barra 10, incluso puede conducir a que la barra 10 se salga completamente de la zona de la radiación láser. El desplazamiento lateral de la barra 10 puede detectarse con ayuda de una evaluación de la señal de medición del sensor de imagen 24, en particular mediante un desplazamiento correspondiente del patrón de moteado en la superficie sensora del sensor de imagen 24, evaluado por el equipo de evaluación 30. En este caso, el equipo de evaluación 30 puede controlar el equipo de ajuste para adaptar el punto de incidencia de la radiación láser en la superficie de la barra de tal modo que vuelva a encontrarse de forma central en la barra 10, como se muestra en la vista parcial derecha de la figura 4. El equipo de ajuste puede comprender, por ejemplo, de forma especialmente sencilla un espejo ajustable, que dirige la radiación láser a la superficie de la barra. El espejo puede ajustarse, por ejemplo, mediante un accionamiento galvanométrico.

Otro ejemplo de dispositivo se muestra en la figura 5, que corresponde en gran medida al ejemplo según la figura 1. En este caso está previsto adicionalmente un divisor de haz de láser 36, que dirige la radiación láser emitida por el láser 14 perpendicularmente a la superficie de la barra 10. La radiación láser se acopla a este respecto mediante el divisor de haz de láser 36 directamente en la trayectoria del haz del equipo detector, en particular del primer y segundo sensor (22, 24). En particular, la radiación láser retrodispersada perpendicularmente por la superficie de la barra incide de forma central en el primer divisor de haz 16 y en el primer y segundo sensor 24, 26. La radiación láser retrodispersada perpendicularmente por la superficie de la barra pasa también de forma central por la primera y segunda lente 20, 28. En el lado opuesto al láser 14 del divisor de haz de láser 36 está dispuesta una trampa de haz 38 para evitar que la radiación láser pueda llegar directamente a los sensores 24, 26 a través del divisor de haz de láser 36. La componente de la radiación láser que se deja pasar directamente por el divisor de haz de láser 36 es absorbida por la trampa de haz 38. Naturalmente, la configuración según la figura 5 también podría combinarse, por ejemplo, con el ejemplo de realización según la figura 2.

Lista de referencias

- 10 Barra
- 12 Dirección de transporte
- 14 Láser
- 16 Primer divisor de haz
- 18 Primera rejilla de transmisión
- 20 Primera lente

22	Primer sensor
24	Segundo sensor (sensor de imagen)
26	Segunda lente
28	Segunda lente
30	Equipo de evaluación
32	Segundo divisor de haz
34	Tercer sensor
36	Divisor de haz de láser
38	Trampa de haz

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para determinar la velocidad y/o la longitud de un producto (10) que se mueve a lo largo de una dirección de transporte (12), preferentemente de una barra (10), que comprende un láser (14) para irradiar una superficie del producto (10) y que comprende un equipo detector para detectar radiación láser retrodispersada por la superficie del producto (10), comprendiendo el equipo detector un primer sensor (22) con una primera rejilla de transmisión (18) dispuesta delante del primer sensor (22), así como un segundo sensor (24) formado por un sensor de imagen (24), estando previsto además un primer divisor de haz (16), que divide la radiación láser retrodispersada por el producto (10) en radiación láser dirigida por un lado al primer sensor (22) y por otro lado al sensor de imagen (24), **caracterizado por que** está previsto un equipo de evaluación (30) que está configurado para determinar la velocidad y/o la longitud del producto (10) con ayuda de una modulación de intensidad detectada por el primer sensor (22) cuando se mueve el producto (10) y con ayuda de un desplazamiento de un patrón de moteado formado en el sensor de imagen (24) y detectado por el sensor de imagen (24) cuando se mueve el producto (10), por que el equipo detector comprende además un tercer sensor (34), y por que entre el primer divisor de haz (16) y el sensor de imagen (24) está dispuesto un segundo divisor de haz (32), que está configurado de tal manera que divide la radiación láser procedente del primer divisor de haz (16) en radiación láser dirigida por un lado al sensor de imagen (24) y por otro lado en radiación láser dirigida al tercer sensor (34), o por que entre el primer divisor de haz (16) y la primera rejilla de transmisión (18) está dispuesto un segundo divisor de haz (32), que está configurado de tal modo que divide la radiación láser procedente del primer divisor de haz (16) en radiación láser dirigida por un lado al primer sensor (22) y por otro lado en radiación láser dirigida al tercer sensor (34), y por que el equipo de evaluación (30) está configurado para formar la diferencia entre las señales de medición del primer sensor (22) y del tercer sensor (34) para determinar la velocidad y/o la longitud del producto (10), de modo que queda eliminada una componente continua de la señal de medición recibida por el primer sensor (22).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado por que** entre la primera rejilla de transmisión (18) y el primer sensor (22) está dispuesta una primera lente (20), que enfoca la radiación láser dirigida al primer sensor (22) en el primer sensor (22).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el primer sensor (22) es un fotodiodo.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** entre el primer divisor de haz (16) y el sensor de imagen (24) está dispuesta una segunda lente (26, 28), que enfoca la radiación láser dirigida al sensor de imagen (24).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sensor de imagen (24) es un sensor CCD o un sensor CMOS.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** delante del tercer sensor (34) está dispuesta una segunda rejilla de transmisión, estando desfasada la segunda rejilla de transmisión 180° con respecto a la primera rejilla de transmisión (18).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tercer sensor (34) es un fotodiodo.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el equipo de evaluación (30) está configurado para determinar un desplazamiento del patrón de moteado detectado por el sensor de imagen (24) en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte (12) del producto (10).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado por que** está previsto además un equipo de ajuste para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser en el producto (10) al menos en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte (12) del producto (10), y por que el equipo de evaluación (30) está configurado para controlar el equipo de ajuste debido a un desplazamiento determinado del patrón de moteado detectado por el sensor de imagen (24) en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte (12) del producto (10) para ajustar el punto de incidencia de la radiación láser en el producto (10) al menos en una dirección transversal con respecto a la dirección de transporte (12) del producto (10).
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está previsto además un equipo de ajuste de distancia, mediante el cual puede ajustarse la distancia del láser (14) y/o del equipo detector de la superficie del producto (10).
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** está previsto además un divisor de haz de láser (36), que dirige la radiación láser emitida por el láser (14) perpendicularmente a la superficie del producto (10).

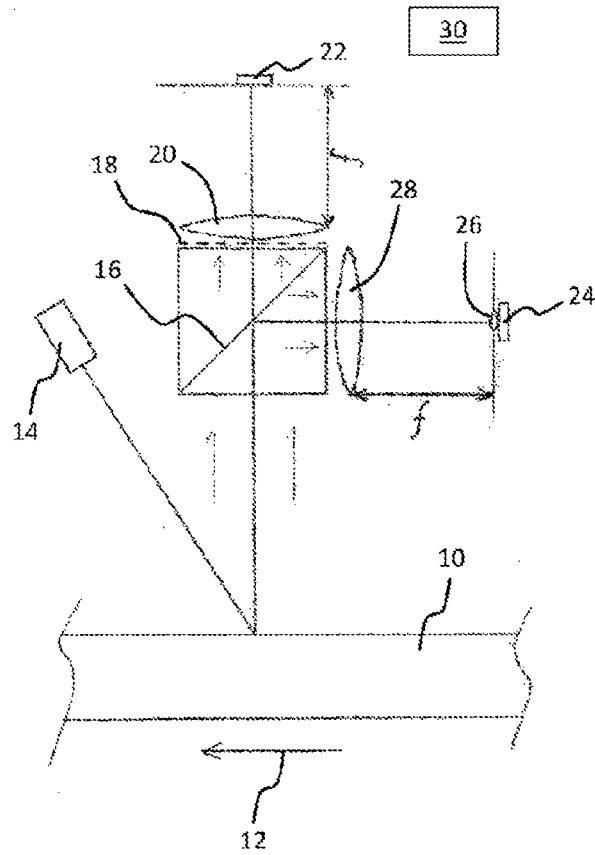


Fig. 1

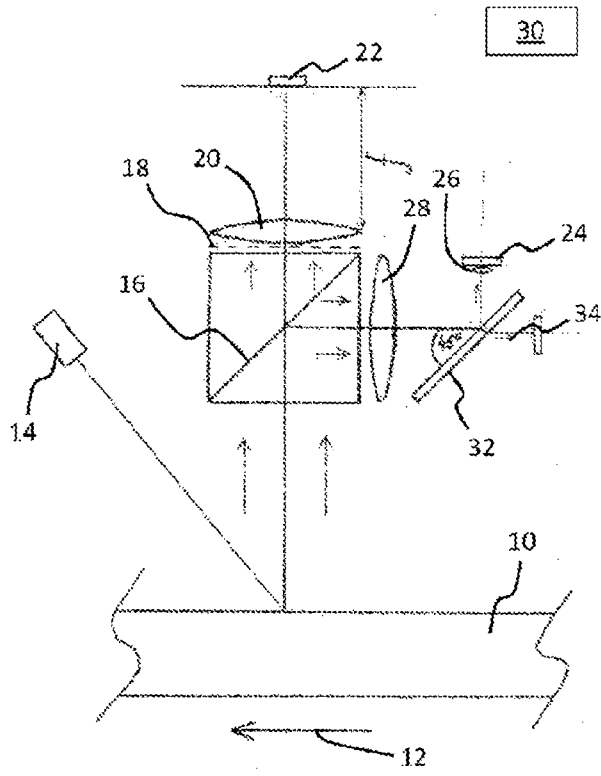


Fig. 2

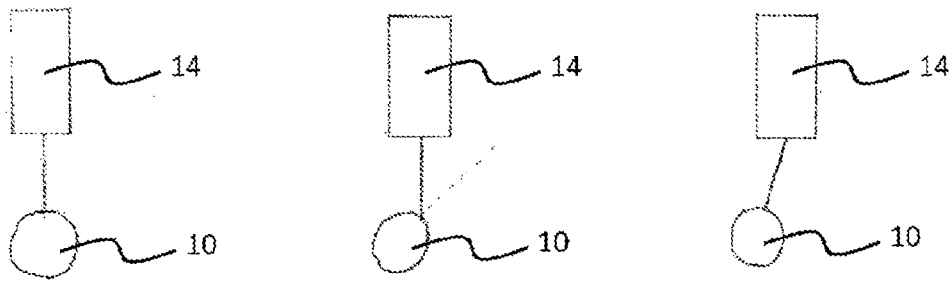


Fig. 4

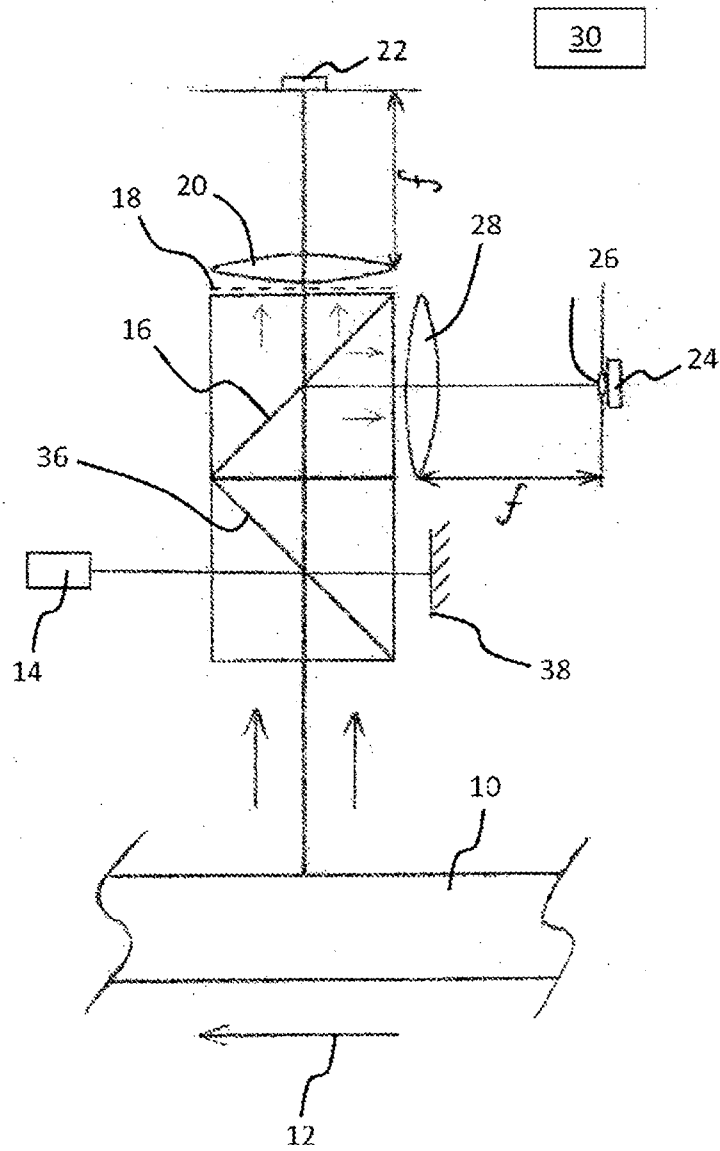


Fig. 5