

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 958**

51 Int. Cl.:  
**G01N 21/88** (2006.01)  
**G01N 21/25** (2006.01)  
**G01B 11/25** (2006.01)  
**G01B 11/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02742731 .9**  
96 Fecha de presentación: **08.05.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1386141**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.02.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el examen sin contacto de un objeto, en especial en cuanto a su forma superficial**

30 Prioridad:  
**08.05.2001 DE 10122313**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.07.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.07.2012**

73 Titular/es:  
**WEINHOLD, WOLFGANG P.**  
**HAUGERRING 6**  
**97070 WÜRZBURG, DE**

72 Inventor/es:  
**Weinhold, Wolfgang P.**

74 Agente/Representante:  
**Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 384 958 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

Procedimiento y dispositivo para el examen sin contacto de un objeto, en especial en cuanto a su forma superficial.

La invención se refiere a un procedimiento para el examen de un objeto, en especial en cuanto a su forma superficial según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 5.

Ya se conocen procedimientos y dispositivos que examinan la forma de la superficie de objetos, sin contacto y con la ayuda de medios auxiliares ópticos. De este modo pueden localizarse y cuantificarse de forma sencilla, mediante la utilización de luz rasante u oblicua que ilumina la superficie oblicuamente o con un ángulo plano, por ejemplo partículas de suciedad, irregularidades, puntos rugosos, huellas de mecanización, etc. situados sobre superficies. Esto se basa en el hecho de que, según la intensidad de estas variaciones respecto a una forma nominal se producen campos claros/oscuros marcados con más o menos intensidad, por ejemplo a causa de flancos descendentes iluminados y ensombrecidos que, a su vez, permiten sacar conclusiones sobre la forma superficial tridimensional. Este modo de proceder se conoce desde hace tiempo bajo la designación procedimiento de luz rasante u oblicua, por ejemplo del documento DE 197 16 264 A1, y se usa de forma simplificada a la inversa también en la producción de mapas terrestres topográficos, para conferir al mapa plano mediante una incidencia de luz imaginaria, visualmente, una impresión plástica de la forma del terreno; el efecto deseado recibe allí el nombre de difuminado o plástica de sombras. En general existe una relación funcional entre el ángulo de caída de la luz, la orientación espacial y la posición de una superficie parcial, en especial de su inclinación y altura, y el ángulo de reflexión de la luz reflejada. La luz reflejada se detecta mediante un sensor opto-electrónico situado fundamentalmente en perpendicular a la superficie, por ejemplo un sensor de líneas o matriz, como información de valores de grises y a continuación se alimenta a un tratamiento digital de imágenes. Este procedimiento es especialmente adecuado en el caso de variaciones de forma puntuales, lineales o recurrentes con frecuencia, como por ejemplo en el caso de suciedades y arañazos.

Asimismo se conoce el llamado procedimiento de luz en tiras, en el que sobre la superficie de un objeto con ayuda de una fuente luminosa se proyecta una plantilla definida geoméricamente, por ejemplo tiras claras y oscuras. Según la intensidad de elevaciones o depresiones de la superficie se deforma la plantilla proyectada y, de este modo, por ejemplo en el caso de una superficie parcial más vuelta hacia la fuente luminosa se reducen la anchura y la separación de las tiras, mientras que en el caso una superficie parcial más alejada de la fuente luminosa, por ejemplo una depresión, éstas aumentan por el contrario. Después de que la luz reflejada se haya reflejado también con un sensor opto-electrónico y sus valores de medición se hayan alimentado a una valoración de tratamiento de imágenes, a través de algoritmos adecuados puede deducirse de la deformación de la plantilla un modelo superficial tridimensional. Este procedimiento, conocido entre otros del documento DE 197 30 885 A1, también llamado procedimiento luminoso codificado o procedimiento de proyección, es especialmente apropiado cuando no se dispone de una estructura superficial rica en detalles con un contraste claro/oscuro correspondiente, por ejemplo en el caso de superficie lisas pero dotadas de forma defectuosa de abombamientos de gran superficie.

Tanto en el procedimiento de luz rasante como en el de luz en tiras, la luz emitida por una fuente luminosa se refleja desde la superficie en función de la forma superficial. La distribución de claridad o valores de gris detectada por un sensor de imágenes está correlacionada más o menos estrictamente con esta forma superficial.

Estos procedimientos y dispositivos conocidos presentan sin embargo, entre otros, el inconveniente de que sólo pueden entregar fundamentalmente particularidades de forma tridimensionales, es decir datos geométricos de la superficie del objeto. Además de esto las relaciones funcionales entre distribución de claridad y forma superficial sólo son válidas, de forma estricta, para una superficie con características de material constantes. Si la superficie se compone de diferentes materiales adyacentes, que presentan diferentes características independientes de la forma, respectivamente fotométricas, como por ejemplo parámetros de reflexión, transmisión y absorción, éstas falsean el resultado de la medición. Esto significa que la distribución de claridad deseada en los procedimientos antes descritos, en el caso de diferencias de forma se solapa con valores de claridad de partes de superficie multicolor, decoradas o veteadas, que no difieren de una forma nominal, de tal modo que al valor de claridad resultante ya no puede asociarse claramente una forma determinada, por ejemplo flancos descendentes con una inclinación  $x$ , o un material determinado, por ejemplo suciedad con el valor de grises e independiente de la forma, respectivamente específico del material.

Del documento DE 198 39 882 se conoce una instalación de iluminación para decorar superficies barnizadas de carrocerías, en la que se quiere conseguir con fuentes de iluminación dispuestas de forma diferente, por un lado particularidades de forma y por otro lado particularidades independientes de la forma, como parámetros específicos del material, como por ejemplo fallos de color. Se distingue entre una iluminación básica, cuya luz incide de forma preferida con un ángulo de caída de  $45^\circ$  en la superficie de la carrocería, que sirve de iluminación de trabajo para trabajos de reparación y al mismo tiempo está prevista para reconocer fallos de color o pulido, y una iluminación estructural con fuentes luminosas ejecutadas específicamente, lineales y que irradian también con un ángulo de unos  $45^\circ$ , con cuya ayuda se pretende reconocer deformaciones en la superficie, por ejemplo muescas. La instalación de iluminación está configurada como gran dispositivo estacionario, a través del cual son guiados los vehículos de motor a examinar y se encuentran personas para trabajos de reparación así como para la decoración

- 5 manual de la superficie de la carrocería. Aquí existe el inconveniente de que una persona para reconocer los diferentes tipos de fallo tiene que variar el ángulo de observación y con ello, forzosamente, ya no puede observar uno y el mismo segmento superficial. Si la persona desea evaluar el mismo segmento superficial con relación a ambos tipos de fallo, ésta tiene además que cambiar la posición. Aparte de esto, de este modo sólo es posible una evaluación o bien de un tipo de error no topográfico, como por ejemplo suciedades o fallos de color, o bien de un tipo de fallo topográfico, como por ejemplo abolladuras. No tiene lugar una valoración combinada. De modo comparable, esto es aplicable también a una cámara usada para sustituir la percepción visual de una persona. El procedimiento parece ser en resumen complicado y de ejecución costosa, y sólo puede aplicarse a superficies brillantes. Las dimensiones de la instalación de iluminación sólo permiten un uso estacionario.
- 10 Aparte de esto, en el documento DE 35 40 288 A1 se describen una disposición y un procedimiento para llevar a cabo controles en puntos de soldadura, en el que se dirige luz con diferentes ángulos de caída hacia puntos de soldadura de una pletina y la luz reflejada por el punto de soldadura se detecta mediante uno o varios sensores de imagen negra/blanca y, de este modo, se generan varias imágenes con contenido informativo diferente en función del ángulo de caída. En el caso de una síntesis a continuación mediante técnica de computación de las imágenes pueden sacarse conclusiones sobre la adecuación de la forma del punto de soldadura. Debido a que siempre se examina el mismo material, se realiza una combinación entre particularidades de forma y particularidades independientes de la forma, sólo de tal modo que – después de que las particularidades de forma ya se hayan generado de forma enrasada – se toma una decisión sobre si – en el caso de que no haya podido determinarse una forma marcada del punto de soldadura – se presenta un punto con solamente muy poca soldadura, un circuito impreso sin soldadura o el material de placa de circuito impreso. Aquí no está previsto un procesamiento de datos combinado para reducir influencias de fallos independientes de la forma. La propia disposición se compone de una carcasa estacionaria, en la que están dispuestas varias fuentes luminosas que irradian sobre el punto de soldadura con diferentes ángulos. La carcasa presenta además una abertura de iluminación dirigida hacia el punto de soldadura y una segunda abertura, a través de la cual varias cámaras asociadas a la carcasa pueden detectar la luz reflejada por el punto de soldadura. Debajo de la carcasa, respectivamente de su abertura de iluminación, se encuentra la pletina con puntos de soldadura dispuesta de forma móvil sobre una mesa X/Y. En el caso de la disposición existe el inconveniente de que ésta también está prevista sólo para un funcionamiento estacionario, por ejemplo en una cadena de fabricación. Además de esto la carcasa está distanciada de la pletina, de tal modo que aquí, al igual que en la segunda abertura de la carcasa, cabe esperar una perjudicial incidencia de luz externa.
- 15
- 20
- 25
- 30 El documento DE 199 09534 A da a conocer un dispositivo para la determinación cuantificada de la calidad de superficies estructuradas. Mediante dos instalaciones ópticas se obtienen dos cantidades de datos de imagen, que en cada caso se valoran por sí mismas y con independencia de la en cada caso otra cantidad de datos de imagen, para deducir un número característico de estructura, respectivamente un valor característico de color, para la superficie a examinar.
- 35 El documento EP 0 898 163 A1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para la inspección automática de superficies que se mueven. La superficie a inspeccionar se observa mediante tres diferentes canales de iluminación/observación bajo diferentes condiciones de observación, para obtener tres señales de las que pueden deducirse las características físicas de la superficie.
- 40 La tarea de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo de la clase citada al comienzo, que hagan posible determinar de la forma más sencilla y sin errores posible la propiedad superficial de un objeto, así como cubrir de forma flexible los más diversos casos aplicativos.
- Esta tarea es resuelta mediante un procedimiento y un dispositivo con las particularidades de la reivindicación 1 ó 5. En las reivindicaciones subordinadas referidas retrospectivamente, de forma correspondiente, se caracterizan perfeccionamientos ventajosos.
- 45 Conforme a esto una carcasa del dispositivo, que contiene varias fuentes luminosas y presenta una abertura de iluminación, y un objeto adoptan mutuamente una posición o una posición enfrentada. Después de esto se irradia con luz un segmento superficial del objeto a través de la abertura de iluminación de la carcasa, consecutivamente y bajo diferentes ángulos de caída, y al menos un sensor de imágenes detecta la luz irradiada o reflejada por el segmento superficial por cada ángulo de caída. Por cada ángulo de caída y cada sensor de imágenes cada segmento superficial genera después al menos una cantidad de datos de imagen, en donde a partir de al menos una primera cantidad de datos de imagen se deducen particularidades de forma y, a partir de al menos una segunda cantidad de datos de imagen, particularidades independientes de la forma. Es fundamental para la invención que para adoptar la posición mutua la carcasa esté sujeta fijamente y la carcasa se instale con movimiento libre mediante un operario sobre la superficie del objeto casi de forma impermeable a la luz o bien se desplace haciendo contacto con la superficie, y que antes de la deducción de particularidades de forma, a partir de la primera cantidad de datos de imagen se reduzca la primera cantidad de datos de imagen, con la segunda cantidad de datos de imagen, en cuanto a influencias falseadoras de particularidades independientes de la forma.
- 50
- 55
- 60 Como se conoce del estado de la técnica con ello es diferente el tipo de las fuentes luminosas, es decir, éstas cumplen según el ángulo de caída diferentes tareas. De este modo están previstas conforme a la invención fuentes luminosas de un primer tipo, que están dirigidas hacia la superficie a modo de iluminación de luz en tiras/oblicua,

respectivamente con un ángulo de caída de oblicuo a plano, de modo que a partir de la luz reflejada pueden deducirse particularidades de forma de las superficies, en especial diferencias respecto a una forma nominal, como por ejemplo suciedades situadas encima, huellas de mecanización, arañazos o faltas generales de homogeneidad con relación a una superficie nominal estructurada uniformemente. Las fuentes luminosas del otro segundo tipo están orientadas hacia la superficie a modo de iluminación por luz incidente o trasluz, respectivamente con un ángulo de caída de oblicuo a vertical, de tal modo que a partir de la luz reflejada o el trasluz pueden deducirse particularidades específicas del material, es decir independientes de la forma, como por ejemplo densidad de material, color, humedad o calor.

Aquí es ventajoso que, con un único procedimiento y un único dispositivo para cada segmento superficial de la superficie a las particularidades de forma que pueden deducirse de la primera cantidad de datos de imagen puedan asociarse la imagen de presentación óptica, que puede deducirse de la segunda cantidad de datos de imagen, respectivamente características específicas del material. Esto significa que las cantidades de datos de imagen pueden combinarse entre sí, respectivamente relacionarse entre ellas, en cada elemento de imagen, lo que facilita bastante la valoración de las cantidades de datos de imagen aisladas y la hace más fiable. De este modo puede establecerse de forma diferenciada, por ejemplo en el caso de papel impreso, tanto la estructura de la superficie, la llamada rugosidad del papel, como el volumen de impresión que se ha producido mediante la aplicación de la tinta de imprenta y correlacionarse con la estructura superficial. En especial el procedimiento conforme a la invención y el dispositivo permiten tener en cuenta las particularidades de diferentes materiales durante o todavía antes de la deducción de particularidades de forma a partir de la primera cantidad de datos de imagen. De este modo puede reducirse o calibrarse de forma correspondiente, por ejemplo mediante el uso de algoritmos de cálculo adecuados, la influencia falseadora de una zona impresa en gris oscuro sobre un modelo de forma a deducir mediante la inclusión de la segunda cantidad de datos de imagen. Tan solo a partir de la segunda cantidad de datos de imagen puede verse claramente, precisamente, que allí se encuentra una zona oscura y un flanco descendente ensombrecido, como tendría que sospecharse a partir de una sola valoración de la primera cantidad de datos de imagen. Como es natural esta calibración puede realizarse idealmente también para superficies multicolor, decoradas, veteadas o incluso para superficies con faltas de homogeneidad de color muy débiles, no visibles a simple vista.

En el dispositivo del género expuesto es asimismo especialmente ventajoso que su carcasa esté ejecutada a modo de un aparato manual y que un operario pueda colocarlo directamente encima de cualquier segmento superficial del objeto o desplazarlo hasta allí, de forma preferida manualmente con movimiento libre. No es necesario para examinar un punto adyacente elevar la carcasa y volver a colocarla encima, lo que puede ser muy molesto en el caso de exámenes de grandes superficies y lo que además puede desgastar o desajustar las piezas constructivas opto-electrónicas, casi siempre sensibles. El objeto necesita igual de poco aproximarse a o debajo de la abertura de iluminación de la carcasa, por ejemplo a través de una cadena de fabricación, para alcanzar la posición de medición o examen mutua, ya que el objeto está fijado de forma conveniente. Aparte de esto aquí no puede establecerse casi nunca un contacto directo entre la carcasa y la superficie, de tal modo que siempre, al contrario que en el dispositivo del género expuesto, cabe contar con una incidencia de luz externa. Para mantener la carcasa del dispositivo del género expuesto de forma manejable o compacta, el sensor de imágenes está ya integrado en la carcasa en una forma de ejecución ventajosa. Esto tiene la ventaja adicional de que la distancia entre el sensor de imágenes y el segmento superficial a examinar permanece siempre constante y no puede desplazarse mediante influencias externas; de este modo puede prescindirse de una función específica de auto-enfoque o ajuste. Aparte de esto, en el caso de un sensor de imágenes dispuesto en la carcasa, su óptica no puede ensuciarse tan fácilmente o incluso dañarse. Se hace posible otra disminución ventajosa del tamaño de la carcasa si la distancia entre la al menos una fuente luminosa de segundo tipo, dispuesta en la carcasa, y la superficie, es mayor o igual que la distancia entre el sensor de luz y la superficie. Si las fuentes luminosas de segundo tipo se disponen por ejemplo de forma adyacente al sensor de imágenes dentro de su óptica, esto hace posible una forma constructiva todavía más compacta. La totalidad de estas medidas hace posible una manipulación flexible y universal con el dispositivo conforme a la invención. Éste puede embalsarse de forma protegida en especial para su transporte o para su conservación en una pequeña caja de aparato.

En un perfeccionamiento ventajoso de la idea de la invención, en lugar de o complementariamente a la luz en tiras u oblicua se proyecta con otra fuente luminosa de primer tipo, para generar una primera cantidad de datos de imagen, una plantilla definida geoméricamente sobre la superficie del objeto. Para esto, a esta otra fuente luminosa está asociado por ejemplo un diafragma perforado correspondiente a la plantilla dentro del haz luminoso. También aquí la calibración conforme a la invención de la primera cantidad de datos de imagen aumenta la calidad del resultado de la valoración, con ayuda de la segunda cantidad de datos de imagen. De forma complementaria cabe pensar aquí en procedimientos en los que las plantillas proyectadas de varias luces en tiras, que están posicionadas en diferentes lugares, se solapan sobre la superficie.

Ha demostrado ser especialmente ventajoso que una fuente luminosa adicional de segundo tipo esté prevista como fuente de trasluz, con la que se transmite luz a través del objeto en la carcasa. Con ello esta fuente luminosa de segundo tipo está dispuesta por fuera de la carcasa en el lado del objeto opuesto al sensor de imágenes, de forma preferida con ángulo de caída fundamentalmente perpendicular a la superficie. Por medio de esto pueden examinarse materiales transparentes, translucidos o perforados, por ejemplo papel o láminas, mediante iluminación con trasluz. La luz transmitida es detectada a su vez por el sensor de imágenes y a partir de sus valores de medición se genera una segunda cantidad de datos de imagen adicional. Con ello es especialmente ventajoso

que el comportamiento de transmisión permita sacar directamente conclusiones sobre la distribución de densidad, por ejemplo el jaspeado de la celulosa en el caso de papeles, y que esta información pueda combinarse con la primera cantidad de datos de imagen en la posición adecuada y en la forma antes citada, es decir, que sea posible evaluar conjuntamente los efectos de discontinuidades dentro del material con posibles diferencias de forma sobre la superficie. La fuente luminosa ejecutada como iluminación con trasluz puede estar dispuesta constructivamente, unida fijamente a los restantes componentes del dispositivo o de forma preferida separada de éste, a una distancia constante. En el caso de una cadena de pruebas, una fuente luminosa de este tipo podría estar instalada de forma estacionaria por debajo del objeto a ensayar, por ejemplo como mesa de iluminación con varias fuentes luminosas de este tipo, mientras que los restantes componentes están instalados de forma portátil o también fijamente en una carcasa por encima del objeto. El control de una fuente de trasluz constructiva y eléctricamente independiente puede realizarse, siempre que ésta no esté activada permanentemente, por ejemplo mediante control por telecomunicación radio.

Es ventajoso que sean posibles diferentes combinaciones de las fuentes luminosas de primer y segundo tipo, teniendo en cuenta el objeto a examinar y la finalidad del examen, por ejemplo luz reflejada con luz rasante, luz reflejada con luz en tiras, luz reflejada y trasluz con luz rasante o luz reflejada y trasluz con luz en tiras. El procedimiento y el dispositivo son por ello especialmente adecuados para controles de calidad en unión a valores nominales de objetos de muestra y con fines de documentación, por ejemplo para el control asociado a la fabricación de materiales en banda o para el control de calidad de superficies de carrocería. Pero también por ejemplo en el campo sanitario pueden aplicarse estos, por medio de que pueden vigilarse por ejemplo en intervalos de tiempo cantidad, superficies y volúmenes de lunares sobre la piel.

En el caso del dispositivo conforme a la invención se usa un sensor de imágenes, que puede estar ejecutado como sensor aislado opto-electrónico que explora o escanea la superficie secuencialmente, por ejemplo con superficies especulares oscilantes o rotatorias, pero también como sensor de líneas o de forma preferida de matriz, como por ejemplo una cámara CCD comercial. Al sensor de imágenes están asociadas de forma preferida una óptica de lentes apropiada y una unidad de diafragma. El sensor de imágenes puede detectar la luz reflejada o transmitida por el objeto, directamente o a través de unidades de inversión correspondientes, como por ejemplo prismas o espejos de inversión. Como es natural pueden usarse también varios sensores de imágenes, de la misma o diferente clase, simultánea o secuencialmente y combinarse sus datos de imagen. Sin embargo ha demostrado ser ventajoso que, en el caso de la combinación con píxeles o elementos de imagen de la primera y la segunda cantidad de datos de imagen, éstas hayan sido generadas por el mismo sensor de imágenes. De este modo puede prescindirse de complicados trabajos de ajuste, que serían necesarios en otro caso para solapar exactamente las cantidades de datos de imagen, lo que además casi nunca se consigue al 100%.

Aparte de esto es ventajoso utilizar un sensor de color o multi-espectral, que aumente claramente el contenido informativo de la segunda cantidad de datos de imagen en cuanto a particularidades específicas del material. En especial el espectro del sensor de imágenes no está limitado al margen visible de la luz.

El sensor de imágenes está dispuesto de forma preferida de tal modo que con su eje óptico, directamente o a través de unidades de inversión, puede detectar la luz reflejada o transmitida por la superficie con un ángulo respecto a la superficie de aproximadamente entre 60° y 90°, de forma preferida en la perpendicular. Los datos en bruto detectados se alimentan a una unidad de control/valoración, respectivamente son solicitados por ésta. Allí pueden generarse las cantidades de datos de imagen a partir de los datos en bruto y alimentarse a otra valoración, en especial a una conjunta.

Las fuentes luminosas utilizadas pueden estar ejecutadas como sencillas bombillas, como lámparas de descarga o de forma preferida como fuentes de radiación con semiconductores, como por ejemplo los llamados LEDs. En el caso de estos últimos es especialmente ventajoso que mediante activación puedan generarse diferentes espectros de luz y utilizarse para el examen del objeto. También tiene un efecto favorable su característica de radiación en banda estrecha. También es concebible la utilización de luz monocromática. Aparte de esto el espectro de las fuentes luminosas no está limitado a la luz visible. A las fuentes luminosas están asociadas de forma preferida ópticas de lentes, con cuya ayuda puede conseguirse un ángulo de radiación deseado. Las fuentes luminosas de primer tipo presentan en especial un ángulo de radiación pequeño o incluso ninguna divergencia de haz. La forma de las fuentes luminosas puede estar configurada, por ejemplo en el caso de luz reflejada como iluminación anular y en el caso de luz rasante como alineación lineal de varias fuentes luminosas aisladas (por ejemplo serie de LEDs). Como es natural las fuentes luminosas pueden conectarse y desconectarse consecutivamente aisladamente, en cualquier combinación o de forma preferida según su tipo, respectivamente en función de su ángulo de caída. Un funcionamiento con activación constante también es concebible, en donde después las fuentes luminosas pueden ser por ejemplo atenuables, es decir con claridad regulable.

El ángulo de caída de las fuentes luminosas de primer tipo puede ser de entre 5° y 20°, de forma preferida de 7°, y el ángulo de caída de las fuentes luminosas de segundo tipo de entre 45° y 90°, de forma preferida de 60°. Si se instalan varias fuentes luminosas de la misma clase, puede ser ventajoso que éstas irradian sobre la superficie en diferentes direcciones horizontales, de forma preferida regulares, respectivamente que estén dispuestas alrededor de la misma. Las fuentes luminosas dirigidas hacia el objeto pueden sustituirse con un valor equivalente, de forma correspondiente, mediante combinaciones de unidades de inversión, por ejemplo prismas, espejos o guías de luz,

con otras fuentes luminosas, por ejemplo externas. De forma preferida estas unidades de inversión están ejecutadas de forma móvil, de tal modo que el tipo de fuente luminosa o el ángulo de caída pueda elegirse libremente.

5 El sensor de imágenes y las fuentes luminosas del dispositivo conforme a la invención están conectados a una unidad de control y/o valoración, dispuesta de forma preferida en el interior de la carcasa y que puede ser controlada por un operario a través de una diafragma y/o una unidad de mando, presentes en el lado exterior de la carcasa. La unidad de control y/o valoración puede estar unida a través de un interfaz a una unidad de ordenador externa e intercambiar con ésta señales, en especial datos de imagen. El sensor de imágenes y las fuentes luminosas están conectados además a una alimentación de corriente, que está dispuesta de forma preferida en el interior de la carcasa. La alimentación de corriente puede realizarse también a través de la unidad de ordenador.

10 A continuación se explica la invención con más detalle haciendo referencia al dibujo, con base en dos ejemplos de ejecución.

Aquí muestran:

la figura 1 una vista en corte del dispositivo conforme a la invención, cuya carcasa está colocada con una mano sobre un objeto,

15 la figura 2 una primera cantidad de datos de imagen del objeto conforme a la figura 1,

la figura 3 una segunda cantidad de datos de imagen del objeto conforme a la figura 1, y

la figura 4 una representación esquemática del dispositivo.

20 En la figura 1 puede verse una mano 10, que toca con sus dedos la carcasa 30 del dispositivo conforme a la invención, que puede agarrarse de forma sencilla. Como se ha representado visualmente con una flecha doble, la carcasa 30 puede desplazarse lateralmente mediante un movimiento lateral de la mano 10 con respecto a la superficie 21 de un objeto fijo 20, después de que ésta se haya depositado o colocado sobre el mismo. La carcasa 30 está situada con ello con sus superficies de asiento 32, casi de forma impermeable a la luz, sobre la superficie 21, es decir, que a través de la abertura de iluminación prevista entre los bordes 31 no puede entrar nada de luz externa desde fuera en el espacio interior de la carcasa 30. En el interior de la carcasa 30 está fijado en el lado superior de carcasa un sensor de imágenes 40, que está orientado con su eje óptico fundamentalmente en perpendicular sobre la superficie 21. Al sensor de imágenes 40 está asociada una óptica con unidad de diafragma 41. Las líneas a trazos entre la óptica con unidad de diafragma 41 y la superficie 21 representan el ángulo de imagen del sensor de imágenes 40 y delimitan además el segmento superficial 22 que puede detectar el mismo, véanse las figuras 1 y 2.

30 A ambos lados junto al sensor de imágenes 40 están fijadas dos fuentes luminosas de segundo tipo 43 a y 43 b, también en el lado superior de carcasa interno. Puede reconocerse que éstas están orientadas sobre la superficie 21 con un ángulo de caída de aproximadamente  $50^\circ$ , es decir, estas fuentes luminosas cumplen la función de una iluminación con luz reflejada, que genera una imagen que aparece lo más natural posible para la capacidad humana de percepción. Además de esto está dispuesta fijamente en la carcasa 30, sobre el borde inferior izquierda de la carcasa, una fuente luminosa de primer tipo 42 a y está orientada con un ángulo de caída de aproximadamente  $6^\circ$  sobre la superficie 21, es decir, esta fuente luminosa cumple la función de una luz rasante que permite percibir particularidades de forma tridimensionales en forma de campos claros/oscuros. A las fuentes luminosas 43 a, 43 b y 42 a están preconectadas en cada caso unas ópticas, que prefijan su ángulo de radiación, en donde las fuentes luminosas 43 a y 43 b presentan un ángulo de radiación más ancho que la fuente luminosa 42 a. En el caso de la fuente luminosa 42 a es deseable, ya que ésta está prevista como luz rasante, un ángulo de radiación especialmente estrecho. En la superficie 21 está confinado, en la zona del segmento superficial 22, un material externo 23 con características fotométricas que difieren de la otra superficie 21, como por ejemplo otro color u otras particularidades independientes de la forma. Aparte de esto la superficie 21 presenta, también en la zona del segmento superficial 22, un resalte con un primer flanco 24 vuelto hacia la fuente luminosa 42 a y un segundo flanco 25, alejado de la fuente luminosa 42 a.

45 Para llevar a cabo el procedimiento conforme a la invención se conectan consecutivamente según su tipo las fuentes luminosas de primer y segundo tipo, en donde la luz reflejada en cada caso por el segmento superficial 22 es detectada por el sensor de imágenes 40, aquí sin unidades de inversión adicionales, y se genera una primera o segunda cantidad de datos de imagen.

50 En las figuras 2 y 3 se han representado la primera y la segunda cantidades de datos de imagen, como se han generado mediante el sensor de imágenes 40 desde el segmento superficial 22 con la utilización de las fuentes luminosas de primer y segundo tipo, antes descritas en la figura 1, es decir, la figura 2 representa la cantidad de datos de imagen para la luz reflejada y la figura 3 la cantidad de datos de imagen para la luz rasante. Los distintos rayados representan diferentes valores de grises, en donde se aplica: cuanto más denso sea el rayado más oscuro es el valor de grises. En la figura 2 puede verse según esto que el flanco 24 vuelto hacia la fuente luminosa 42 a es la zona más clara, porque el flanco 24 está muy inclinado y casi se ha iluminado en ángulo recto, y el flanco 25 alejado de la fuente luminosa 42 a es la zona más oscura, porque ésta ha sido ensombrecida totalmente por el

relieve. La zona a la derecha junto al flanco 25 posee un valor de grises relativamente oscuro, ya que ésta también ha sido ensombrecida por el relieve con los flancos 24 y 25. Las zonas a ambos lados del material externo 23 tienen según lo esperado el mismo valor de grises reducido, ya que estos segmentos lisos del segmento superficial 22 se han irradiado bajo el mismo ángulo de caída. El material externo 23 presenta un valor de grises o de color específico del material, con un valor informativo tan solo limitado. Si a continuación se intenta deducir exclusivamente sobre la base de esta primera cantidad de datos de imagen particularidades de forma del segmento superficial 22, serán defectuosos los correspondientes parámetros de forma para la zona del material externo 23 así como para la zona a la derecha junto al flanco 25. Los valores de grises correspondientes de estas zonas son más oscuros que los valores de grises para las otras superficies lisas a ambos lados del material externo 23 e indican de este modo, de forma falseada, una inclinación de media a intensa en estas zonas.

Si se tiene en cuenta mediante cálculo la segunda cantidad de datos de imagen en la figura 3, para deducir parámetros de forma a partir de la primera cantidad de datos de imagen conforme a la figura 2, puede reducirse la influencia falseadora. De este modo, el material externo 23 en la segunda cantidad de datos de imagen puede reconocerse como de otro color respecto al otro segmento superficial 21, véase el rayado cruzado. Con ayuda de esta información puede "filtrarse" la influencia del color en la primera cantidad de datos de imagen antes de deducir parámetros de forma. Los flancos 24 y 25 son igual de oscuros, pero presentan el mismo color que el segmento superficial 22. Estas informaciones confirman la suposición a partir de la primera cantidad de datos de imagen, de que aquí se trata realmente de un relieve con dos flancos.

De forma complementaria es concebible que las fuentes luminosas 43 a y 43 b se activen consecutivamente y se generen dos diferentes segundas cantidades de datos de imagen, de las que seguidamente puede deducirse como forma el relieve con los flancos 24 y 25 a modo de una imagen en estéreo.

Por último puede deducirse esquemáticamente de la figura 4 un dispositivo conforme a la invención con un diagrama de conexiones en bloques. Como en la figura 1, la carcasa 30 del dispositivo está situada sobre la superficie 21 del objeto 20 y cubre con ello una parte de la superficie 21. En el interior de la carcasa 30 está previsto a su vez centralmente un sensor de imágenes 40, dispuesto sobre la superficie 21, con una óptica con unidad de diafragma 41. Además de esto están previstas en la figura 1 dos fuentes luminosas de segundo tipo 43 a y 43 b así como una fuente luminosa de primer tipo 42 a. Adicionalmente está dispuesta otra fuente luminosa de primer tipo 42 b, opuesta a éstas, a la izquierda en la carcasa 20. Las fuentes luminosas de primer tipo 42 a y 42 b están próximas a la superficie 21 e irradian sobre la misma con un ángulo de caída pequeño, respectivamente plano. De forma complementaria en este ejemplo de ejecución, junto a la fuente luminosa 43 a se dispone de una fuente luminosa de primer tipo ejecutada como fuente luminosa en tiras 44, la cual puede proyectar sobre la superficie 21 una plantilla definida geoméricamente. A partir de la deformación de la plantilla puede deducirse la forma de la superficie 21. Por último está prevista una fuente luminosa de segundo tipo 45 en el lado del objeto opuesto al sensor de imágenes 40. Ésta puede transiluminar el objeto 20, para el caso en el que éste sea transluminante o esté perforado, en la dirección del sensor de imágenes 40. La fuente luminosa 45 está separada del resto del dispositivo, en este ejemplo de ejecución, constructiva y eléctricamente. Todas las fuentes luminosas situadas en la carcasa 8 así como el sensor de imágenes 40 están unidos, a través de líneas no designadas con más detalle, a una unidad de control/valoración 50 y a una alimentación de corriente interna 51. Las fuentes luminosas aisladas pueden conectarse y desconectarse, a través de un primer interruptor 52, aisladamente, en combinación o según su tipo. Con ayuda de un segundo interruptor 53 se conectan y desconectan todos los componentes alimentados con corriente. Junto al interruptor 53 está dispuesta una unidad de pantalla y/o mando. En la pared izquierda de la carcasa 30 está dispuesto en la zona superior un interfaz 55, el cual une la unidad de control/valoración 50 y la alimentación de corriente interna 51 a una unidad de ordenador externa 56.

Lista de símbolos de referencia

10	Mano
20	Objeto
21	Superficie del objeto
22	Segmento superficial
23	Material externo
24	Primer flanco de un relieve
25	Segundo flanco de un relieve
30	Carcasa
31	Borde de la abertura de iluminación
32	Superficie de asiento

## ES 2 384 958 T3

40	Sensor de imágenes
41	Óptica con unidad de diafragma
42 a/b	Fuentes luminosas de primer tipo como iluminación de luz rasante
43 a/b	Fuentes luminosas de segundo tipo como iluminación de luz reflejada
44	Fuente luminosa de primer tipo como iluminación en tiras
45	Fuente luminosa de segundo tipo como iluminación con trasluz
50	Electrónica de control/valoración
51	Alimentación de corriente interna
52	Interruptor para fuentes luminosas
53	Interruptor para alimentación de corriente
54	Unidad de mando/pantalla
55	Interfaz
56	Unidad de ordenador

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el examen de un objeto, en especial en cuanto a su forma superficial, en el que

- una carcasa (30) del dispositivo, que contiene varias fuentes luminosas y presenta una abertura de iluminación, y el objeto (20) adoptan mutuamente una posición,

5 - se irradia con luz un segmento superficial (22) del objeto (20) a través de la abertura de iluminación de la carcasa (30), consecutivamente y bajo diferentes ángulos de caída,

- al menos un sensor de imágenes (40) detecta la luz irradiada por el segmento superficial (22) por cada ángulo de caída,

10 - por cada ángulo de caída y cada sensor de imágenes (40) cada segmento superficial (22) genera al menos una cantidad de datos de imagen,

- a partir de al menos una primera cantidad de datos de imagen, que se ha generado desde al menos una fuente luminosa de primer tipo orientada bajo un primer ángulo de caída entre oblicuo y plano, se deducen particularidades de forma y, a partir de al menos una segunda cantidad de datos de imagen, que se ha generado desde al menos una fuente luminosa de segundo tipo orientada bajo un segundo ángulo de caída entre oblicuo y plano diferente del primer ángulo de caída, particularidades independientes de la forma,

15 - para adoptar la posición mutua el objeto (20) está sujetado fijamente y la carcasa (30) se instala con movimiento libre mediante un operario sobre la superficie (21) del objeto (20), casi de forma impermeable a la luz, o bien se desplaza haciendo contacto con la superficie (21),

caracterizado porque

20 antes de la deducción de particularidades de forma a partir de la primera cantidad de datos de imagen, se reduce la primera cantidad de datos de imagen, con la segunda cantidad de datos de imagen, en cuanto a influencias falseadoras de particularidades independientes de la forma.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera y la segunda cantidad de datos de imagen se generan mediante el mismo sensor de imágenes (40).

25 3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para generar una primera cantidad de datos de imagen, a partir de la cual pueden deducirse particularidades de forma, se proyecta una plantilla definida geométricamente sobre el segmento superficial (22).

30 4. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para generar una segunda cantidad de datos de imagen, a partir de la cual pueden deducirse particularidades independientes de la forma, se transmite luz a través del objeto (20) en la carcasa (30).

5. Dispositivo para el examen de un objeto, en especial en cuanto a su forma superficial, con

35 - una carcasa (30) que presenta una abertura de iluminación dirigida hacia la superficie (21) del objeto (20), en donde la carcasa (30) está ejecutada a modo de un aparato manual portátil y puede moverse libremente con relación al objeto fijo (20) y puede depositarse o desplazarse, de forma casi impermeable a la luz, directamente sobre o por encima de la superficie (21) del objeto (20),

- al menos una fuente luminosa de un primer tipo (42 a, 42 b), la cual con su eje óptico está orientada con un ángulo de caída entre oblicuo y plano con relación a la superficie (21),

- al menos una fuente luminosa de un segundo tipo (43 a, 43 b), la cual con su eje óptico está orientada con un ángulo de caída entre oblicuo y plano diferente al primer ángulo de caída con relación a la superficie (21),

40 en donde las fuentes luminosas de primer tipo (42 a, 42 b) y al menos una fuente luminosa de segundo tipo (43 a, 43 b) están dispuestas dentro de la carcasa (30) y las fuentes luminosas pueden controlarse al menos según su tipo,

- al menos un sensor de imágenes (40), que detecta la luz irradiada desde la superficie (21),

45 - una unidad de control y/o valoración (50) dispuesta en la carcasa, que está unida a las fuentes luminosas de primer tipo (42 a, 42 b) y al menos a una fuente luminosa de segundo tipo (43 a, 43 b) así como al sensor de imágenes (40), en donde la unidad de control y/o valoración (50) está diseñada para generar, a partir de la luz procedente de la fuente luminosa de primer tipo (42 a, 42b), reflejada por la superficie (21) y detectada por el sensor (40), una primera cantidad de datos de imagen y, a partir de la luz procedente de la fuente luminosa de segundo tipo (42 a, 42b), reflejada por la superficie (21) y detectada por el sensor (40), una segunda cantidad de datos de imagen,

caracterizado porque

la unidad de control y/o valoración (50) está diseñada para, antes de la deducción de particularidades de forma a partir de la primera cantidad de datos de imagen, reducir la primera cantidad de datos de imagen, con la segunda cantidad de datos de imagen, en cuanto a influencias falseadoras de particularidades independientes de la forma.

- 5 6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque el sensor de imágenes (40) es un sensor de imágenes en color dispuesto fijamente en la carcasa (30) y la distancia entre la al menos una fuente luminosa de segundo tipo (43 a, 43 b), dispuesta en la carcasa, y la superficie (21), es mayor o igual que la distancia entre el sensor de luz (40) y la superficie (21).
- 10 7. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque el sensor de imágenes (40) está dispuesto de tal modo que con su eje óptico, directamente o a través de una unidad de inversión, está orientado con un ángulo respecto a la superficie (21) de entre 60° y 90°.
8. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque el ángulo de caída de las fuentes luminosas de primer tipo es de entre 5° y 20°, de forma preferida de 7°, y el ángulo de caída de las fuentes luminosas de segundo tipo de entre 45° y 90°, de forma preferida de 60°.
- 15 9. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque a las fuentes luminosas de primer y segundo tipo está preconectada en cada caso una óptica, que prefija un ángulo de radiación.
10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque los ángulos de radiación de las fuentes luminosas de primer tipo son pequeños o casi cero
11. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque las fuentes luminosas de primer y/o segundo tipo irradian sobre la superficie (21) en diferentes direcciones horizontales.
- 20 12. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque en lugar de las fuentes luminosas están previstas instalaciones de inversión con fuentes luminosas asociadas a las mismas.
13. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque las fuentes luminosas de primer tipo (42 a, 42 b) y de segundo tipo (43 a, 43 b, 44) pueden conectarse y desconectarse o bien atenuarse aisladamente, en combinación o según su tipo,
- 25 14. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque a una fuente luminosa de primer tipo está asociado un diafragma con una plantilla definida geoméricamente.
15. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque una fuente luminosa de segundo tipo (45) está dispuesta por fuera de la carcasa, en el lado del objeto (20) opuesto al sensor de imágenes.
- 30 16. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque en el interior de la carcasa (30) está dispuesta una alimentación de corriente (51).
17. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque la alimentación de corriente se realiza a través de la unidad de ordenador (56).
18. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque están previstas una pantalla y/o una unidad de mando (54).
- 35 19. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque está previsto un interfaz (55), a través del cual pueden intercambiarse señales eléctricas entre la unidad de control y/o valoración (50) y una unidad de ordenador externa (56).

Fig. 1

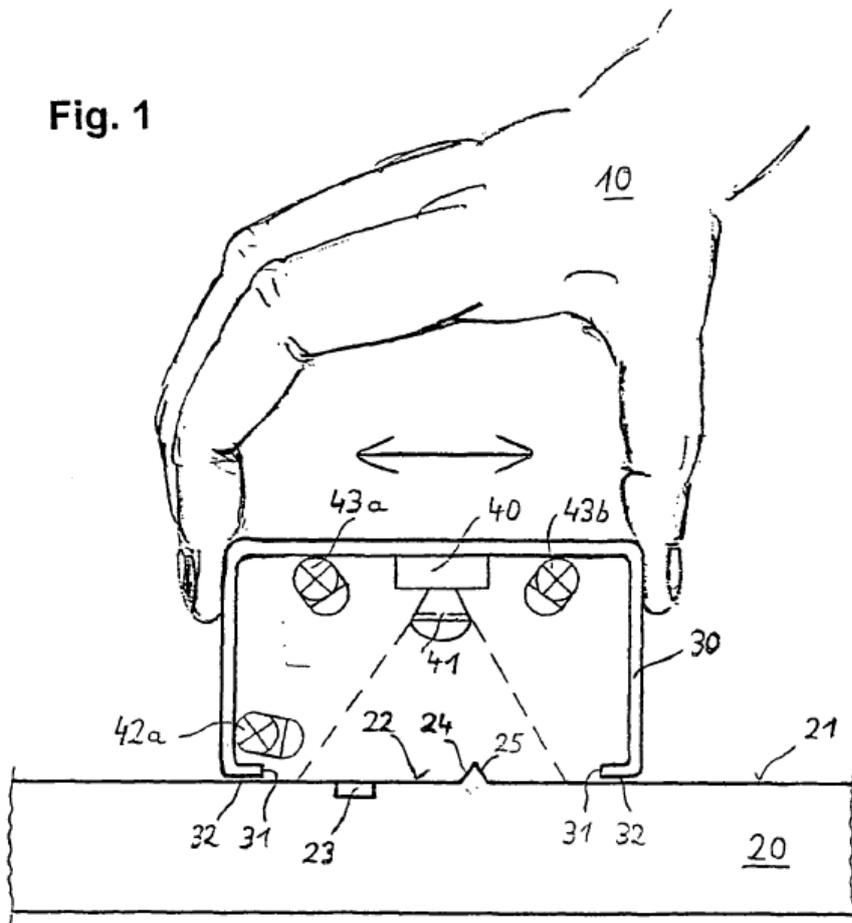


Fig. 2

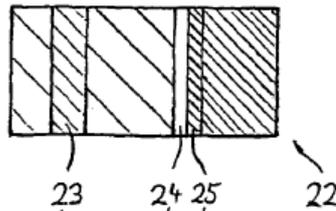
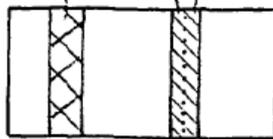


Fig. 3



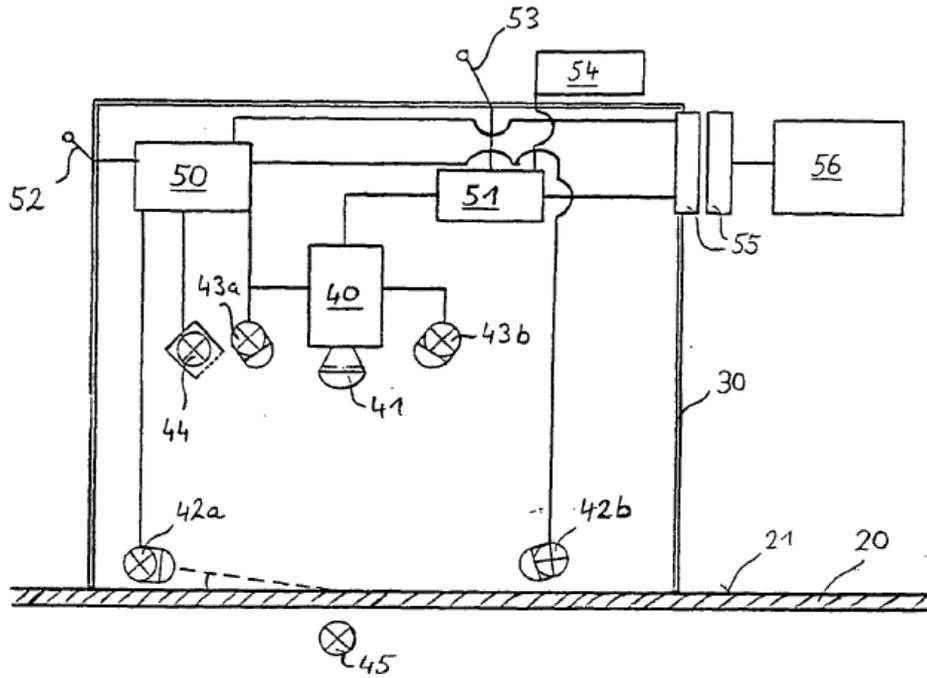


Fig. 4