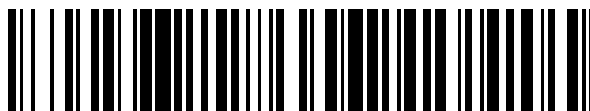


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 493**

51 Int. Cl.:

G01N 21/95 (2006.01)

G01B 11/30 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2005 PCT/EP2005/001310**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2005 WO05090950**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2005 E 05715280 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 1716410**

54 Título: **Procedimiento y sistema para inspeccionar superficies**

30 Prioridad:

18.02.2004 DE 102004007828

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

09.06.2020

73 Titular/es:

**ISRA VISION SYSTEMS AG (100.0%)
Industriestrasse 14
64297 Darmstadt, DE**

72 Inventor/es:

**ERSÜ, ENIS y
AMELUNG, JÖRG**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 765 493 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 sistema para inspeccionar superficies

La presente invención se refiere a un procedimiento para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional conforme al preámbulo de la reivindicación 1, en el que se desplazan al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación con relación a la superficie y, durante el movimiento relativo de la cámara con relación a la superficie, se registran imágenes de las zonas a inspeccionar de la superficie, se transmiten a un ordenador y allí se valoran, así como a un sistema correspondiente para inspeccionar superficies conforme al preámbulo de la reivindicación 12.

En el caso del objeto tridimensional puede tratarse en especial de una carrocería o de una parte de carrocería. La superficie a inspeccionar es en este caso con frecuencia una superficie barnizada o una superficie de chapa en bruto, cuya calidad se pretende comprobar. Durante la inspección se pretende determinar defectos o puntos defectuosos, como p.ej. defectos topológicos, sobre la superficie mediante una exploración óptica. La cámara usada para ello puede ser cualquier un dispositivo de registro óptico, que cumpla con los requisitos respectivos o esté adaptada de forma óptima a la superficie a analizar.

Se conoce un sistema de inspección similar p.ej. del documento US 5,142,648, en el que está aplicada una pluralidad de unidades de iluminación y cámaras a lo largo de una línea de acabado para automóviles, cuyas señales se valoran en un ordenador. En este sistema existe sin embargo el problema de que todo el objeto tridimensional no puede analizarse con una calidad de inspección uniforme en todas las zonas a inspeccionar de la superficie, porque las condiciones de registros para las diferentes zonas son demasiado diferentes.

Se conoce un sistema de inspección similar p.ej. del documento US 5,142,648, en el que está aplicada una pluralidad de unidades de iluminación y cámaras a lo largo de una línea de acabado para automóviles, cuyas señales se valoran en un ordenador. En este sistema existe sin embargo el problema de que todo el objeto tridimensional no puede analizarse con una calidad de inspección uniforme en todas las zonas a inspeccionar de la superficie, porque las condiciones de registros para las diferentes zonas son demasiado diferentes.

En el documento DE 197 39 250 C2 se describe una detección óptica de superficies de conformación libre con una unidad de iluminación y una unidad de registro, que se disponen en determinadas constelaciones espaciales, para registrar zonas parciales de las superficies de conformación libre. De este modo puede registrarse de una forma adecuada zonas superficiales del objeto de destino, es decir, bajo determinadas especificaciones ópticas, como sin reflexión o en ángulo de Bragg.

El documento US 4,629,319 describe un procedimiento para inspeccionar superficies, en el que está dispuesta una iluminación lineal por encima de una superficie, para iluminar la misma. Mediante una cámara se registran desviaciones de esa línea. Las desviaciones se caracterizan mediante la determinación de la pendiente o de la posición de las variaciones de la línea distorsionada. La superficie a analizar puede moverse a este respecto por debajo del sensor. Alternativamente el sensor puede moverse por encima de la superficie.

Del documento DE 101 10 994 A1 se conoce un dispositivo para explorar mediante imágenes un objeto, en el que puede moverse una cámara continuamente a una distancia equidistante sobre la superficie del objeto. Como dispositivo de iluminación pueden usarse tubos fluorescentes dispuestos mutuamente en paralelo. A este respecto es posible que se lleve a cabo una comparación de los resultados de la valoración de imágenes en el campo claro y en el campo oscuro.

La tarea de la presente invención consiste en proponer una posibilidad de inspeccionar objetos, en la que se haga posible una comprobación de todas las zonas a inspeccionar de la superficie con una calidad constante.

Esta tarea es resuelta en un procedimiento del tipo citado al comienzo con las características de la reivindicación 1. De esta manera se presenta de cada una de las zonas a inspeccionar al menos un registro que, desde el punto de vista de la situación y de la calidad del registro, es igual a los restantes registros de las otras zonas a inspeccionar. De este modo puede garantizarse una elevada calidad de inspección. A este respecto puede fijarse la relación geométrica a mantener para cada inspección, de forma correspondiente a los respectivos requisitos. Un ordenador de control es responsable de que una unidad de inspección con cámara e iluminación y la superficie, a inspeccionar p.ej. sobre la carrocería, se muevan una con relación a la otra de forma adecuada. Es especialmente ventajoso que tanto una o varias unidades de inspección como el propio objeto a inspeccionar se activen de un modo sincronizado, p.ej. mediante un ordenador de control común. Después pueden llevarse a cabo posiblemente también otros trabajos en el objeto, también durante la inspección y el movimiento del objeto. Esto ahorra en especial espacio y por ello es especialmente muy adecuado para líneas de producción o mecanización complicadas, en las que tiene que ejecutarse un número lo mayor posible de trabajos en un recorrido lo más corto posible. La posición de registro puede estar determinada en especial mediante un ángulo bajo el cual se realiza el registro, y/o mediante la resolución del registro. Un control de la resolución puede realizarse mediante la distancia del registro, mediante la selección de la distancia focal de objetivos de cámara, etc.

El movimiento relativo entre cámara, iluminación y superficie a inspeccionar puede generarse por medio de que el objeto, formado mediante el cuerpo tridimensional, se mueva con independencia del sistema óptico formado por la

cámara y el dispositivo de iluminación, este movimiento se mida y dado el caso un movimiento del sistema óptico se adapte al movimiento independiente del objeto. Esta variante es especialmente ventajosa cuando el sistema de inspección conforme a la invención tenga que adaptarse a una línea de acabado existente. Es posible configurar también de forma estacionaria las cámaras y los dispositivos de iluminación, que pueden estar reunidas formando una unidad de inspección, en donde después están previstas de forma preferida varias diferentes unidades de inspección, respectivamente cámaras y dispositivos de iluminación, en diferentes posiciones. Además de esto el movimiento relativo puede producirse también por medio de que el objeto a inspeccionar sea estacionario y la cámara con el dispositivo de iluminación se mueva por encima del objeto tridimensional, en donde también es concebible una combinación de las posibilidades antes descritas. A este respecto el movimiento relativo puede prefijarse de forma especialmente sencilla si todos los dispositivos de movimiento están sincronizados entre sí. Esto hace posible de forma sencilla una inspección también en el objeto desplazado, ya que el movimiento relativo de cámara/iluminación y objeto está armonizado entre sí.

A este respecto puede ser ventajoso reunir y desplazar conjuntamente al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación para formar una unidad de inspección. Mediante una orientación prefijada de forma relativamente fija entre cámara y un dispositivo de iluminación se consigue para cada orientación de cámara la misma situación de iluminación. El movimiento de la unidad de inspección se realiza entonces controlado en función del movimiento medido del objeto. A este respecto una unidad de inspección puede presentar varias cámaras y/o fuentes de luz.

Conforme a la invención se llevan a tener varias diferentes relaciones mutuas geométricas definidas la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie durante la inspección, para cada zona a inspeccionar, al menos mientras dura respectivamente un registro. Debido a que determinados defectos superficiales solo pueden reconocerse en una determinada posición de registro, que puede ser diferente de la posición de registro para otro tipo de defecto, de esta manera pueden reconocerse de forma fiable también diferentes defectos.

Conforme a la invención la relación geométrica definida puede determinarse mediante los ángulos entre la superficie de la zona a inspeccionar, la iluminación y la cámara y/o la distancia entre la superficie de la zona a inspeccionar y la iluminación y/o la cámara. A partir de las posiciones conocidas del cuerpo tridimensional, de la iluminación y la cámara el ordenador de control puede establecer esa relación para cada zona a inspeccionar y garantizar de forma sencilla, a este respecto, que para cada zona a inspeccionar de la superficie se ha mantenido la relación geométrica definida al menos una vez durante toda la inspección.

Conforme a la invención se seleccionan zonas a inspeccionar de diferente tamaño según la curvatura de la superficie. Esto es especialmente ventajoso cuando la curvatura está configurada de tal manera, que ya no es posible un reconocimiento claro de defectos a causa de la curvatura. En la mayoría de los casos prácticos, sin embargo, puede valorarse toda la imagen.

Para poder ajustar fácilmente la relación geométrica para cada zona a inspeccionar, está previsto conforme a la invención que la cámara, el dispositivo de iluminación y/o el cuerpo puedan moverse con la superficie a inspeccionar respectivamente en uno o varios grados de libertad. De forma preferida está prevista para ello al menos un dispositivo de movimiento, a la que están aplicados la cámara, el dispositivo de iluminación y/o el cuerpo. Como un dispositivo de movimiento se plantea p.ej. un manipulador o aparato de manipulación, o bien una unidad de traslación multiaxial con ejes de traslación y/o ejes de giro lineales.

Según la estructura de la superficie a inspeccionar la iluminación del dispositivo de iluminación puede realizarse de forma difusa, dirigida, estructurada, como iluminación permanente y/o como iluminación destellante. Conforme a la invención la iluminación es una iluminación intermitente en campo oscuro y claro y una iluminación plana, de forma preferida dirigida. También es posible proyectar unos patrones adecuados

Para poder determinar también diferentes defectos superficiales puede ser ventajoso, conforme a la invención, registrar una zona a inspeccionar de la superficie varias veces bajo diferentes situaciones de iluminación y/o con diferentes ajustes de cámara. A este respecto el ajuste de cámara puede afectar tanto a la orientación de la cámara como a parámetros de registro como diafragma, tiempo de obturación, etc. Estos parámetros pueden adaptarse de forma preferida autónomamente a diferentes características superficiales, como p.ej. color, comportamiento de reflexión. Lo correspondiente es aplicable a la clase de iluminación. Las características superficiales se reconocen a este respecto mediante la valoración de imágenes. La adaptación de parámetros se realiza de forma preferida automáticamente y de forma autodidacta.

Según una forma de realización especialmente preferida del procedimiento conforme a la invención se reúnen varias cámaras y varios dispositivos de iluminación para formar al menos dos sistemas parciales, que pueden moverse respectivamente con relación a la superficie a inspeccionar, en donde los sistemas parciales están conectados entre ellos a través de una interfaz de comunicación y el resultado de la inspección se genera mediante la valoración de las imágenes de varios o de todos los sistemas parciales. A este respecto un sistema parcial se compone de al menos una cámara y un dispositivo de iluminación. Mediante la división en varios sistemas parciales puede inspeccionarse en conjunto más rápidamente un cuerpo tridimensional, ya que al mismo tiempo pueden registrarse diferentes zonas y/o cumplirse diferentes relaciones geométricas para una zona a inspeccionar.

Una aplicación ventajosa la forma p.ej. la supervisión simultánea de zonas superficiales de gran y pequeña superficie. Para ello los sistemas parciales, compuestos por cámara y un dispositivo de iluminación, están adaptados respectivamente a la tarea de supervisión especial. Para zonas de superficie pequeña el sistema el sistema puede presentar p.ej. una cámara y un dispositivo de iluminación. Para la zona de gran superficie pueden estar reunidas en un sistema parcial varias cámaras y dispositivos de iluminación dispuestas unas junto a las otras, de tal manera que mediante este sistema parcial pueda cubrirse de una vez una zona a inspeccionar especialmente grande. A este respecto los sistemas parciales pueden presentar parcialmente un dispositivo de movimiento para desplazar los sistemas parciales o estar dispuestos también, de forma estacionaria, junto al objeto desplazado. Además de esto el tipo de cámara y de iluminación puede ser diferente de sistema parcial en sistema parcial.

El procedimiento conforme a la invención prevé, después del registro, la valoración de las imágenes registradas con ayuda de unos algoritmos de valoración de imágenes instalados en un sistema de ordenador. Esta valoración de imágenes es conocida en principio. A este respecto, sin embargo, puede estar previsto conforme a la invención exceptuar de un reconocimiento como defectos durante la inspección unas estructuras prefijables. En el caso de un barnizado pueden producirse defectos, p.ej. a causa de partículas de suciedad situadas sobre la superficie durante el barnizado o a causa de problemas de humectación de la superficie. De forma correspondiente a las estructuras reconocidas durante la inspección los defectos se clasifican después de forma correspondiente, con lo que es posible exceptuar como defectos determinados defectos de un reconocimiento durante la inspección o prefijar diferentes clases de defectos. Mediante la valoración de imágenes pueden valorarse el tamaño, el contraste, la relación entre tamaño y contraste, la geometría y el contorno, como p.ej. la determinación de un borde envolvente de una determinada zona de contraste, y/o la disposición del defecto en el campo claro u oscuro durante una iluminación de campo claro/oscuro. A este respecto los algoritmos de valoración de imágenes pueden adaptarse, p.ej. mediante una selección adecuada de algoritmos o una parametrización, a diferentes características superficiales.

En el procedimiento conforme a la invención se detecta la posición relativa entre la superficie a inspeccionar y la cámara y/o el dispositivo de iluminación, y el registro de imágenes se realiza de forma controlada mediante resolución, posición y/o tiempo, en especial en función de la posición relativa. Mediante ese control, prefijado p.ej. mediante un ordenador de control, puede asegurarse de forma especialmente sencilla que cada zona a inspeccionar se registre en el momento correcto, es decir, cuando la posición relativa entre cuerpo, cámara e iluminación se corresponda con la relación prefijada.

Conforme a una configuración ventajosa conforme a la invención la posición relativa entre cámara y objeto y/o un dispositivo de iluminación puede detectarse mediante un registro sensorial. Este registro se analiza mediante la valoración de imágenes. De aquí se determinan las respectivas coordenadas y posiciones de forma absoluta y/o relativa. Basándose en esas posiciones establecidas automáticamente puede orientarse después autónomamente la cámara, el objeto y/o el dispositivo de iluminación. Para el reconocimiento de objetos pueden prefijarse para la valoración de imágenes, p.ej. características geométricas o el aspecto de la superficie, como características de orientación. Adicional o alternativamente la detección de las posiciones puede realizarse también mediante otros sensores.

Por último es posible inspeccionar diferentes zonas prefijadas a inspeccionar de la superficie con diferentes ajustes en la relación geométrica, la situación de iluminación y/o en parámetros de tratamiento de imágenes, si p.ej. en las diferentes zonas se pretende reconocer diferentes defectos. De este modo pueden determinarse p.ej. diferentes zonas de calidad.

La tarea conforme a la invención es resuelta además mediante un sistema para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional conforme a la reivindicación 12, que puede usarse para llevar a cabo el procedimiento antes descrito. El sistema presenta una cámara para registrar imágenes de las zonas de la superficie a inspeccionar y al menos un dispositivo de iluminación, al menos un dispositivo de movimiento que mueve la cámara, el dispositivo de iluminación y el cuerpo unos con relación a los otros, y un dispositivo de valoración para valorar las imágenes registradas. Un dispositivo de control del sistema está diseñado conforme a la invención de tal manera, que la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie durante la inspección están en y/o se llevan a al menos una relación geométrica definida entre ellos, para cada zona de la superficie a inspeccionar mientras dura un registro. De este modo pueden conseguirse una calidad de registro continua para cada zona a inspeccionar y una elevada velocidad de reconocimiento para defectos.

De forma preferida están dispuestas al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación en una unidad de inspección común, de tal manera que la relación geométrica entre la cámara y el dispositivo de iluminación está siempre prefijada dentro de esa unidad de inspección. De forma especialmente ventajosa pueden estar previstas también varias cámaras por unidad de inspección, cuyos ejes ópticos estén orientados probablemente de forma diferente, para poder registrar una zona a inspeccionar simultáneamente bajo diferentes ángulos de visión.

Además de esto, conforme a la invención varias cámaras y dispositivos de iluminación o dispositivos de inspección pueden formar respectivamente sistemas parciales separados, que estén respectivamente conectados al un dispositivo de valoración y al un dispositivo de control. Mediante la inspección simultánea de diferentes zonas superficiales puede reducirse claramente la duración de la inspección. A este respecto los sistemas parciales pueden ser también adecuados en especial para zonas a inspeccionar con diferentes tamaños.

En una forma de realización especial del sistema conforme a la invención están previstos al menos un sistema parcial estacionario y otro móvil.

Para determinar las relaciones geométricas prefijadas está previsto conforme a la invención, que las cámaras usadas estén calibradas tridimensionalmente, de tal manera que también a partir de la imagen de la cámara y de una posición conocida de un objeto conocido puede establecerse la orientación relativa entre cámara y objeto. A este respecto la cámara está calibrada después de forma preferida con relación a los dispositivos de iluminación, al objeto y a los dispositivos de movimiento, de tal manera que las posiciones sean conocidas con precisión en todo momento.

A continuación se describe con más detalle la presente invención basándose un ejemplo de realización y al dibujo. A este respecto todas las características descritas y/o representadas en imágenes forman parte de la presente invención, con independencia de su resumen o sus referencias.

Aquí muestran:

la fig. 1, esquemáticamente, un sistema conforme a la invención para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional en una vista en planta;

la fig. 2 una parte del sistema conforme a la fig. 1 en una vista lateral, y

la fig. 3 unas estructuras normales de defectos superficiales.

El sistema 1 representado en la fig. 1 para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional 2 está dirigido al análisis de una superficie barnizada de carrocerías. Sin embargo, el sistema no está limitado a esa aplicación, sino que puede usarse en general para la inspección de cualquier superficie.

El mismo presenta varias cámaras y dispositivos de iluminación, que están divididas en varias unidades de inspección 3 y 4 dispuestas repartidas. A este respecto la unidad de inspección 3 estacionaria forma un primer sistema parcial 6 para analizar los lados de la carrocería 2 y la unidad de inspección 4 un segundo sistema parcial 7 para analizar las restantes zonas superficiales. Es perfectamente posible prever sistemas parciales adicionales y adaptar el tamaño de las unidades de inspección a las respectivas circunstancias. Los sistemas parciales 6, 7 están dispuestos consecutivamente a lo largo de un dispositivo de movimiento 9 configurado como cinta transportadora para la carrocería 2, de tal manera que la carrocería 2 se mueve con relación a la unidad de inspección 3 estacionaria y a las unidades de inspección 4, p.ej. con pequeña o gran superficie. Adicionalmente la unidad de inspección 4 está aplicada a un dispositivo de movimiento 10 asociado a la unidad de inspección 4, que hace posible una orientación cualquiera de la unidad de inspección 4 en el espacio. El dispositivo de movimiento 10 está configurada a este respecto como manipulador o aparato de manipulación, que permite un movimiento de la unidad de inspección 4 en varios grados de libertad alrededor de diferentes ejes de giro.

Mediante la carrocería 2 desplazada sobre la cinta transportadora 9 y mediante el dispositivo de movimiento 10 con la unidad de inspección 4 se genera un movimiento relativo entre la cámara y el dispositivo de iluminación de las unidades de inspección 3, 4 y el cuerpo 2, en donde en diferentes momentos con las cámaras de las unidades de inspección 3, 4 pueden registrarse imágenes de las zonas a inspeccionar de la superficie del cuerpo tridimensional 2. Las imágenes registradas se analizan en un dispositivo de valoración 11 con ayuda de unos algoritmos de valoración de imágenes.

Para coordinar el movimiento relativo entre el objeto tridimensional 2 y las cámaras y los dispositivos de iluminación de las unidades de inspección 3, 4 está previsto un dispositivo de control 12, la cual está diseñada de tal manera que la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie durante la inspección, para cada zona a inspeccionar de la superficie del cuerpo 2, están en al menos una relación geométrica mutua definida al menos mientras dura un registro. Para ello el dispositivo de control 12 conoce, p.ej. mediante una medición con un sensor 8, las posiciones del cuerpo 2 desplazado sobre la cinta transportadoras 9 y de las unidades de inspección 3, 4. La unidad de inspección 4 montada en el dispositivo de movimiento 10 puede llevarse también mediante un dispositivo de control 12, con relación a la posición del cuerpo 2, a una posición prefijada en la que se cumple la relación geométrica definida entre la superficie del cuerpo 2 y la cámara y el dispositivo de iluminación de la unidad de inspección 4. Si se cumple esa relación, se realiza un registro de la zona a inspeccionar y se valora el registro mediante el dispositivo de valoración 11

El dispositivo de valoración 11 y el dispositivo de control 12 pueden estar ejecutadas a este respecto como ordenadores separados o reunidas en un sistema de ordenadores.

La fig. 2 muestra una unidad de inspección 4 aplicada a un dispositivo de movimiento 10, en especial a un manipulador o aparato de manipulación, en el segundo sistema parcial 7 del sistema conjunto 1 para inspeccionar superficies, en una vista lateral desde delante. A este respecto la unidad de inspección 4 puede posicionarse alrededor de diferentes ejes de giro de la unidad de movimiento 10 libremente en el espacio, de tal manera que para una determinada zona superficial sobre la carrocería 2 pueden ajustarse tanto una distancia prefijada como una relación angular prefijada de la unidad de inspección con respecto a la normal a la superficie de la zona a inspeccionar. De esta forma se cumple después la relación geométrica definida.

En principio el análisis de la superficie también es posible con solo una unidad de inspección que puede moverse

libremente en el espacio. La división en varios sistemas parciales 6, 7, que están dispuestos sobre una cinta transportadora 9 del cuerpo a inspeccionar 2, hace posible sin embargo un trabajo optimizado en tiempo, ya que las unidades de inspección 3, 4 pueden trabajar simultáneamente al menos parcialmente, para escanear simultáneamente diferentes zonas a inspeccionar sobre el cuerpo 2. El movimiento relativo entre el cuerpo 2 y las unidades de inspección 3, 4 se coordina a este respecto mediante el dispositivo de control 12, de tal manera que se produce una sincronización del objeto 2 desplazado y de todos los dispositivos de movimiento 9, 10. Los sistemas parciales 6, 7 no están limitados a este respecto a dos, en donde también cada sistema parcial 6, 7 puede presentar varias unidades de inspección diferentes.

En lugar de las unidades de inspección 3, 4, en las que están dispuestas juntas una cámara y un dispositivo de iluminación, es también posible disponer alrededor del cuerpo desplazable dispositivos de iluminación individuales y cámaras individuales de forma móvil o estacionaria, de tal manera que la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie estén en una relación geométrica mutua durante la inspección para cada zona a inspeccionar de la superficie, mientras dura al menos un registro. En este caso se simplifica la tarea del dispositivo de control 12, si bien se reduce la flexibilidad del sistema 1.

Una unidad de inspección 3, 4 está estructurada p.ej. con tubos dispuestos parcialmente para iluminación y unas cámaras situadas entremedio, con las que puede supervisarse la zona iluminada mediante los tubos en los campos claro y oscuro. Sin embargo, también son posibles todas las otras combinaciones de dispositivos de registro adecuados como cámaras y dispositivos de iluminación adecuados.

A continuación se describe una vez más en detalle el procedimiento para inspeccionar superficies del cuerpo tridimensional 2.

Mientras el cuerpo tridimensional 2 se desplaza sobre la cinta transportadora 9, mediante las cámaras y los dispositivos de iluminación de las unidades de inspección 3, 4 se cubren respectivamente diferentes zonas a inspeccionar. La unidad de inspección 4 puede llevarse a este respecto también a una posición deseada. La unidad de control 12 conoce las posiciones tanto del cuerpo 2 como de cada una de las unidades de inspección 3, 4 en el espacio. A partir de esas posiciones conocidas el dispositivo de control 12 establece si la relación geométrica prefijada entre la cámara, el dispositivo de iluminación y la zona a inspeccionar de la superficie se ha cumplido ahora mismo. En ese caso el dispositivo de control 12 entrega una orden de control para registrar y la imagen registrada se analiza a continuación en el dispositivo de valoración 1, con ayuda de unos algoritmos de valoración de imágenes. A este respecto pueden tenerse en cuenta el contraste, el tamaño, la relación entre tamaño y contraste, la geometría y el contorno, así como la disposición en el campo claro y oscuro en el caso de una iluminación de campo claro/oscuro. De este modo es posible detectar los principales defectos superficiales 12 topológicos en la superficie barnizada sobre la carrocería 2. Los defectos topológicos 13 son deformaciones positivas y/o negativas sobre la superficie nominal, como se han representado por ejemplo en la fig. 3. Los defectos superficiales 13 puede estar causados por suciedad, picaduras, abrasión, pinchazos, conformación húmeda, arañazos, etc., así como por problemas de humectación durante el barnizado.

A partir de los datos reconocidos durante la valoración de imágenes se lleva a cabo una clasificación de los defectos 13. Basándose la clasificación de los diferentes defectos puede evaluarse, entre otras cosas, si se trata de un defecto 13 relevante o si ese defecto 13 no es necesario tenerlo en cuenta ulteriormente. De esta forma pueden despreciarse p.ej. irregularidades ligeras, como una piel de naranja ligera. Como criterio para ello puede usarse p.ej. una desviación mínima de la normal a la superficie en la zona del defecto respecto al entorno que rodea el defecto. A este respecto la clasificación puede estar configurada de forma que pueda ajustarse, parametrizarse y/o en especial autónomamente de forma autodidacta. Además de esto la clasificación puede diferenciar también entre diferentes defectos o tipos de defecto. La clasificación no está limitada por ello a una diferenciación entre defectos y no defectos.

Con el procedimiento conforme a la invención y el sistema 1 correspondiente, que se usa en especial para llevar a cabo el procedimiento para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional, es posible, a causa de la relación geométrica definida y claramente prefijada entre la superficie del cuerpo 2 y la cámara y el dispositivo de iluminación asociada a esa cámara, obtener siempre unas condiciones óptimas para el reconocimiento de un defecto sobre la superficie.

Lista de símbolos de referencia:

- 1 Sistema
- 2 Cuerpo tridimensional, carrocería
- 3 Unidad de inspección
- 4 Unidad de inspección
- 6 Primer sistema parcial

- 7 Segundo sistema parcial
- 8 Sensor
- 9 Dispositivo de movimiento, cinta transportadora
- 10 Dispositivo de movimiento, manipulador o aparato de manipulación
- 11 Dispositivo de valoración, ordenador
- 12 Dispositivo de control, ordenador
- 13 Defecto superficial

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional (2), en el que se desplazan al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación con relación a la superficie y, durante el movimiento relativo de la cámara con relación a la superficie, se registran imágenes de las zonas a inspeccionar de la superficie, se transmiten a un ordenador (11) y allí se valoran, en donde se llevan a tener varias diferentes relaciones mutuas geométricas definidas la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie durante la inspección, para cada zona a inspeccionar de la superficie, al menos mientras dura cada registro, en donde en las diferentes situaciones de registro de este modo generadas se reconocen diferentes defectos superficiales, en donde la iluminación es una iluminación plana, alternativamente de campos oscuro y claro, y la al menos una cámara está calibrada tridimensionalmente,
caracterizado porque se seleccionan zonas a inspeccionar de diferente tamaño según la curvatura de la superficie.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se desplazan conjuntamente al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación, que están reunidos en una unidad de inspección.
- 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la relación geométrica definida se determina mediante los ángulos entre la normal a la superficie de la zona a inspeccionar, la iluminación y la cámara y/o la distancia entre la superficie de la zona a inspeccionar y la iluminación y/o la cámara.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la cámara, el dispositivo de iluminación y/o el cuerpo (2) pueden moverse con la superficie a inspeccionar en uno o varios grados de libertad.
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la iluminación se realiza de forma difusa, dirigida, estructurada, como iluminación permanente y/o como iluminación destellante.
- 6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se registra una zona a inspeccionar de la superficie varias veces bajo diferentes situaciones de iluminación y/o con diferentes ajustes de cámara.
- 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se reúnen varias cámaras y varios dispositivos de iluminación para formar al menos dos sistemas parciales (6, 7), que pueden moverse cada uno de ellos con relación a la superficie a inspeccionar, en donde los sistemas parciales (6, 7) están conectados entre ellos a través de una interfaz de comunicación y el resultado de la inspección se genera mediante la valoración de las imágenes de varios o de todos los sistemas parciales (6, 7).
- 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la valoración de las imágenes registradas se realiza con ayuda de unos algoritmos de valoración de imágenes instalados en un sistema de ordenador.
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado porque** se exceptúan de un reconocimiento como defectos durante la inspección unas estructuras prefijables.
- 10.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se detecta la posición relativa entre la superficie a inspeccionar y la cámara y/o el dispositivo de iluminación, y el registro de imágenes se realiza de forma controlada mediante resolución, posición y/o tiempo, de forma correspondiente a la posición relativa.
- 11.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se inspeccionan zonas prefijadas a inspeccionar de la superficie con diferentes ajustes en la relación geométrica, la situación de iluminación y/o en parámetros de tratamiento de imágenes,
- 12.- Sistema para inspeccionar superficies de un cuerpo tridimensional, para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, con al menos una cámara para registrar imágenes de las zonas de la superficie a inspeccionar con al menos un dispositivo de iluminación, con al menos un dispositivo de movimiento (9, 10) que mueve la cámara, el dispositivo de iluminación y el cuerpo (2) unos con relación a los otros, y con un dispositivo de valoración (11) para valorar las imágenes registradas, y con un dispositivo de control (12), la cual está diseñada de tal manera que la cámara, el dispositivo de iluminación y la superficie durante la inspección, para cada zona a inspeccionar de la superficie, están en varias relaciones geométricas mutuas, al menos mientras dura un registro para reconocer diferentes defectos superficiales, en donde la iluminación del dispositivo de iluminación es una iluminación plana, alternativamente de campo oscuro y claro, y la al menos una cámara está calibrada tridimensionalmente, y se seleccionan las zonas a inspeccionar de diferente tamaño según la curvatura de la superficie.
- 13.- Sistema según la reivindicación 12, **caracterizado porque** están dispuestas al menos una cámara y al menos un dispositivo de iluminación en una unidad de inspección (3, 4) común, en la que pueden moverse conjuntamente.
- 14.- Sistema según las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** varias cámaras e dispositivos de iluminación o dispositivos de inspección (3, 4) forman cada una de ellas sistemas parciales (6, 7) separados
- 15.- Sistema según la reivindicación 14, **caracterizado porque** están previstos al menos un sistema parcial estacionario (6) y otro móvil (7).

16.- Sistema según una de las reivindicaciones 12 a 15, **caracterizado porque** las cámaras están calibradas con relación a los dispositivos de iluminación, al objeto y a los dispositivos de movimiento.

Fig.1

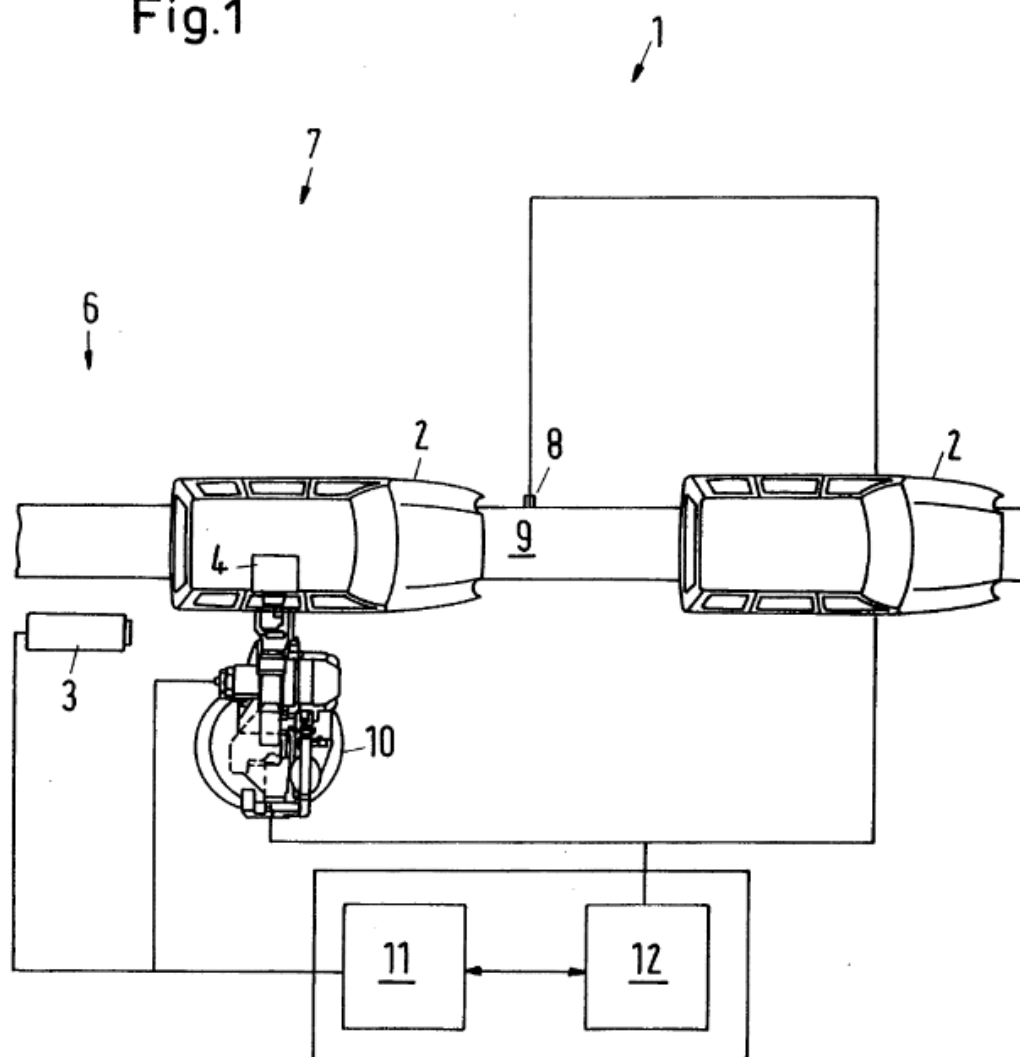


Fig.2

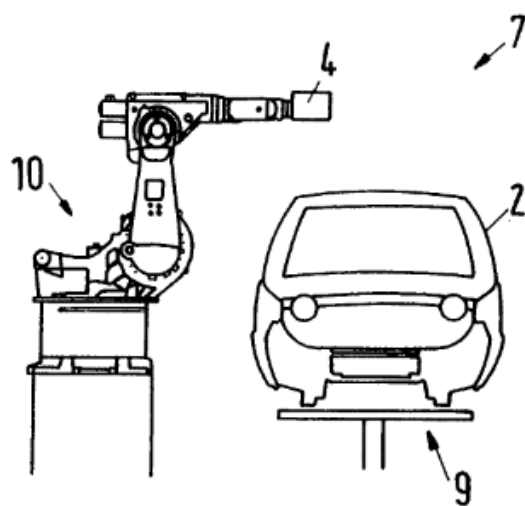


Fig.3

