(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 758 776**

(51) Int. CI.:

G01B 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2010 E 10006496 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2273229**

(54) Título: **Procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto**

(30) Prioridad:

08.07.2009 DE 102009032262

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.05.2020

(73) Titular/es:

CARL ZEISS OPTOTECHNIK GMBH (100.0%)
Georg-Wiesböck-Ring 12-14
83115 Neubeuern, DE

(72) Inventor/es:

DAXAUER, HERBERT;
MAYER, THOMAS y
THAMM, CHRISTIAN

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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 para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto

La invención se refiere a un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto.

El documento EP 553 266 B1 da a conocer un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto, que comprende un escáner, mediante el cual puede explorarse el objeto. Mediante el escáner se determinan las coordenadas 3D en el sistema de referencia del escáner. Además, existe un sistema de seguimiento que puede determinar la posición y dirección del escáner. A partir de las coordenadas 3D en el sistema de referencia del escáner y a partir de los datos de la posición y dirección del escáner en el sistema de referencia absoluto un ordenador puede determinar y registrar las coordenadas 3D del objeto en el sistema de referencia absoluto. El escáner puede disponerse de tal modo que pueda moverse independientemente con respecto al sistema de seguimiento y al objeto.

Por el documento US 5.805.289 se conoce un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto, en el que se fijan correderas de referencia a un objeto. Con un método de fotogrametría se determinan coordenadas 3D absolutas.

El documento DE 198 40 334 A1 da a conocer un dispositivo para su uso como corredera de navegación en la medición de objetos con una técnica de medición de coordenadas tridimensional óptica. La corredera de navegación incluye un componente con estructura de rejilla, en el que están dispuestas varias marcas de medición. En el lado de la corredera de navegación, dirigido en sentido opuesto al componente, está dispuesto un dispositivo de fijación para la fijación al objeto.

El documento WO 01/88471 A1 da a conocer un procedimiento para la determinación de la forma 3D de un objeto, en el que se relaciona el objeto con un cuerpo de referencia, que presenta objetos de referencia. El objeto y el cuerpo de referencia se exploran por un sensor optoelectrónico, a partir de cuyas señales de medición se calculan las coordenadas 3D de los puntos de superficie.

Por el documento EP 1 724 549 A2 se conoce un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto en el que se determinan las coordenadas 3D de una superficie parcial del objeto mediante un aparato de medición 3D, cuya posición se determina mediante un sistema de seguimiento. De este modo, a continuación se determinan las coordenadas 3D de una superficie parcial del objeto parcialmente solapada y adyacente. Las coordenadas 3D de la zona de solapamiento se componen mediante un procedimiento de concordancia (*Matching-Verfahren*).

Por el documento WO 01/88471 A1 se conoce un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1. Los documentos US 6.363.169 B1, US 2004/234122 A1, US 2002/033885 A1 y WO 2004/078040 A1 muestran procedimientos similares.

El documento EP 2 034 269 A1 da a conocer un procedimiento para la digitalización tridimensional de objetos con un sensor 3D, que comprende un proyector y una o varias cámaras. Con el proyector se proyecta un patrón sobre el objeto, que captan las cámaras.

Por el documento US 6 363 169 B1 se conoce un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto en el que el objeto está rodeado por marcas de referencia.

El documento US 2004/234122 A1 da a conocer un procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto, en el que el objeto puede girarse en diferentes posiciones. Puede estar rodeado por un marco con marcas de referencia.

Por el documento US 2002/03385 A1 se conoce un procedimiento para la determinación de la forma de chapas en el que se utilizan marcas de referencia.

El objetivo de la invención es proponer un procedimiento mejorado para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto.

Según la invención, este objetivo se alcanza mediante las características identificativas de la reivindicación 1. Del objeto, que está rodeado por varias correderas de referencia con marcas de referencia codificadas, se toman varias capturas. Estas capturas se toman de tal modo que en éstas se incluye en cada caso una parte del objeto y una parte de una corredera de referencia. Según la invención, las correderas de referencia están encadenadas entre sí.

El procedimiento según la invención puede realizarse basándose en todos los procedimientos conocidos para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto. Los procedimientos ópticos son particularmente adecuados. Para la realización de estos procedimientos ópticos puede utilizarse un sensor 3D óptico. El sensor 3D óptico puede

incluir una cámara que puede comprender un sistema óptico y/o un sensor plano, en particular un sensor CCD. Además, el sensor 3D puede incluir una o varias fuentes de luz.

Resulta ventajoso que pueda determinarse la posición del sensor 3D, en particular mediante un sistema de seguimiento. De este modo es posible que el sensor 3D pueda determinar las coordenadas 3D relativas del objeto en el sistema de referencia del sensor 3D y que a partir de aquí y a partir de las coordenadas absolutas del sensor 3D puedan determinarse las coordenadas 3D absolutas del objeto. Ejemplos de ello se describen en los documentos EP 0 553 266 B1, EP 1 724 549 A2 y EP 2 034 269 A1, a los que se hace referencia.

El sensor 3D óptico puede comprender un sistema de proyección de franjas, en particular un sistema de proyección de franjas de luz blanca. Desde un sensor 3D de este tipo se proyecta un patrón de franjas sobre el objeto. Además se hacen capturas del objeto. Se evalúan las capturas. Las capturas y las evaluaciones pueden mostrarse y/o almacenarse.

En la determinación de las coordenadas 3D, que también puede denominarse digitalización 3D o medición del objeto, con un sistema de proyección de franjas de luz blanca y también con otros sistemas es necesario mover el sensor 3D en el espacio en diferentes posiciones de captura cuando el objeto que va a medirse es mayor que el campo de medición del sensor 3D. A continuación deben componerse las capturas individuales del objeto. Para ello es necesario registrar las capturas individuales en un sistema de coordenadas superior. El sistema de coordenadas superior es preferiblemente un sistema de coordenadas absoluto, por ejemplo el sistema de coordenadas del espacio, en el que se encuentra el objeto y en el que tiene lugar la medición del objeto. Este denominado registro global requiere de una elevada precisión.

En el caso de la proyección de franjas de luz blanca, la composición de las capturas individuales en un sistema de coordenadas superior se produce normalmente con ayuda de fotogrametría, teniendo que disponer marcas de referencia sobre el objeto o sobre una corredera de referencia, relacionada con el objeto. Las marcas tienen que medirse por separado con un equipo de fotogrametría. El procedimiento de fotogrametría ofrece una elevada precisión, pero tiene el inconveniente de que para la preparación del objeto con marcas de referencia y para su medición separada es necesario un esfuerzo adicional. Además es necesario fabricar correderas de referencia adaptadas al objeto que va a medirse, sobre las que se disponen marcas de referencia que tienen que medirse mediante fotogrametría. Las correderas adaptadas al objeto que va a medirse deben disponerse lo más cerca posible del objeto y alrededor del mismo. Estas correderas, que también pueden denominarse correderas completas, permiten la medición del objeto con elevada precisión, sin embargo presentan los siguientes inconvenientes:

- el tipo de construcción de las correderas completas se orienta en cuanto a su tamaño y forma a los objetos que van a medirse, de modo que en el caso de objetos de medición grandes, las correderas completas son caras y difíciles de manejar;

- para cada objeto de medición es necesario fabricar una corredera propia y calibrarla mediante fotogrametría, de modo que estas correderas, con una pluralidad de objetos de medición diferentes, suponen un coste considerable;

- las exigencias de estabilidad de la corredera completa son muy elevadas, por tanto, en total debe diseñarse mecánicamente con una gran estabilidad, lo que aumenta el peso y los costes;

- cuando cambia el tipo de objeto que va a medirse debe cambiarse toda la estructura de medición incluida la corredera completa difícil de manejar;

- la calibración regular mediante fotogrametría de una corredera completa para garantizar y supervisar su precisión es muy compleja por el tamaño y el peso.

Estos inconvenientes se evitan mediante el uso de varias correderas de referencia, que también pueden denominarse módulos de corredera de referencia. Mediante el empleo de varias correderas de referencia es posible una estructura de medición claramente más sencilla, económica y variable que, no obstante, garantiza una elevada precisión de los resultados de medición.

Las correderas de referencia no tienen que estar fijadas al objeto. Es posible disponer las correderas de referencia con una distancia con respecto al objeto.

Las marcas de referencia pueden estar codificadas en sí mismas. No obstante, también es posible utilizar marcas de referencia que no estén codificadas en sí mismas pero que por su disposición relativa entre sí incluyan una codificación. En el caso de marcas de referencia codificadas en sí mismas es suficiente hacer una captura de esta marca de referencia. En una captura tiene que haber un elevado número de marcas de medición, no codificadas en sí mismas, de modo que a partir de la posición relativa de estas marcas de medición entre sí pueda decodificarse la codificación.

Las capturas del objeto pueden solaparse. El objeto puede medirse por segmentos.

La parte de la corredera de referencia, incluida en la captura, comprende preferiblemente al menos una marca de referencia codificada. Preferiblemente se hace una captura de una parte de una corredera de referencia a partir de la que puede determinarse la posición y/o la orientación de la corredera de referencia.

Además resulta ventajoso que se calibren las correderas de referencia. Esto se produce preferiblemente porque se determina de antemano la posición de todas las marcas de referencia en la corredera de referencia. Preferiblemente se almacenan los datos de la posición de todas las marcas de referencia, con respecto a la respectiva corredera de referencia.

En las reivindicaciones dependientes se describen perfeccionamientos ventajosos.

Resulta ventajoso que algunas o todas las correderas de referencia sean más largas que el campo de medición del sensor 3D. Por tanto, las correderas de referencia son más largas que el tamaño de la zona del objeto capturada en una captura. De este modo se obtienen ventajas con objetos grandes, es decir, objetos, para cuya medición son necesarias varias capturas.

Algunas o todas las correderas de referencia pueden tener forma de barra.

Resulta ventajoso que las capturas, que incluyen una parte, en particular un extremo de una corredera de referencia, incluyan una parte, en particular un extremo de una corredera de referencia adicional. Esto resulta ventajoso en particular cuando las correderas de referencia tienen forma de barra. La corredera de referencia adicional puede ser adyacente a la primera corredera de referencia. Según la invención, mediante el registro de dos correderas de referencia es posible encadenar las correderas de referencia entre sí. Para ello resulta ventajoso que de las dos correderas de referencia se haga una captura de una parte en cada caso, que incluya al menos una marca de referencia y/o una parte, a partir de la cual pueda determinarse la posición y/u orientación de la respectiva corredera de referencia y/o sus marcas de referencia.

Las marcas de referencia pueden decodificarse por sí mismas. No obstante, también es posible decodificar las marcas de referencia manualmente. Mediante la decodificación es posible asociar las marcas de referencia a una corredera de referencia determinada, que puede identificarse de este modo.

Algunas o todas las capturas pueden enlazarse entre sí mediante un procedimiento de concordancia 3D para aumentar adicionalmente la precisión.

Resulta ventajoso que también en los lados posteriores de algunas o todas las correderas de referencia estén previstas marcas de referencia codificadas. Entonces también es posible medir el lado posterior del objeto con la misma estructura de medición.

Otro perfeccionamiento ventajoso se caracteriza por que en un primer ciclo de medición se registran y almacenan las posiciones de las marcas de referencia. El primer ciclo de medición puede realizarse sin medir el objeto. No obstante, en este primer ciclo de medición también es posible medir un objeto. Las posiciones registradas de las marcas de referencia pueden transformarse al sistema de coordenadas superior. Las posiciones registradas y/o transformadas pueden almacenarse.

Resulta ventajoso que se realicen ciclos de medición adicionales basándose en posiciones almacenadas de las marcas de referencia. Esto resulta particularmente ventajoso cuando en un primer ciclo de medición se registran las posiciones de las marcas de referencia y dado el caso se transforman y almacenan. Mediante el uso de las posiciones almacenadas de las marcas de referencia puede ahorrarse tiempo de medición.

A continuación se explicará en detalle un ejemplo de realización de la invención mediante el dibujo adjunto. En el dibujo muestran

la figura 1, una estructura de medición con un objeto que va a medirse y varias correderas de referencia en una vista esquemática desde delante,

la figura 2, la estructura de medición según la figura 1 en una vista desde detrás,

la figura 3, la estructura de medición según la figura 1 en una representación modificada y

la figura 4, diferentes tipos de marcas de referencia.

La estructura de medición mostrada en la figura 1 sirve para determinar las coordenadas 3D del lado anterior de un objeto 1, concretamente de una puerta de vehículo (puerta en bruto). El objeto 1 está rodeado por cinco correderas de referencia 2, 3, 4, 5, 6. Cada corredera de referencia 2 - 6 presenta marcas de referencia, concretamente marcas de referencia 7, que están codificadas en sí mismas, y marcas de referencia 8, que no están codificadas en sí

mismas, pero que espacialmente están dispuestas una respecto a otra de tal modo que esta disposición espacial incluye una codificación.

Las correderas de referencia 2 - 6 tienen forma de barra.

Para tomar capturas del objeto existe un sensor 3D 9 que comprende un sistema de proyección de franjas de luz blanca y una cámara con un sistema óptico y un sensor CCD. Además está previsto un dispositivo, concretamente un sistema de seguimiento, con el que puede determinarse la posición y orientación del sensor 3D 9 en un sistema de coordenadas superior (no representado en el dibujo). De este modo pueden determinarse las coordenadas absolutas del objeto 1 y de las correderas de referencia 2 - 6.

Las correderas de referencia 2 - 6 se han medido. El resultado de esta medición se almacena en un sistema de control, que puede comprender un ordenador, en particular un PC (no representado en el dibujo). El resultado de la medición de las correderas de referencia 2 - 6 comprende una asociación unívoca de las respectivas marcas de referencia 7, 8 con una corredera de referencia 2 - 6 determinada, que puede identificarse de este modo, y las coordenadas de posición de las respectivas marcas de referencia 7, 8 en la respectiva corredera de referencia 2 - 6.

Las correderas de referencia 2 - 6 no están fijadas al objeto 1. Se disponen cerca del objeto 1, en concreto preferiblemente de tal modo que rodean el objeto 1, como se muestra en la figura 1. Para este fin pueden estar previstos objetos de referencia con diferente longitud, concretamente objetos de referencia 2, 3, 6 más largos que la longitud l del campo de medición del sensor 3D, y correderas de referencia 4, 5 cortas, más cortas que esta longitud l. Por tanto, las correderas de referencia 2, 3, 6 son más largas que el tamaño l de la zona del objeto 2 capturada en una captura.

Las correderas de referencia 2 - 6 se encuentran en una posición no calibrada con exactitud. Rodean el objeto 1, aunque inicialmente no tienen que posicionarse en lugares predeterminados con exactitud.

Mediante el sensor 3D 9 se toman varias capturas del objeto 1. Esto se muestra en la figura 3 en la que se representan los campos de medición de las capturas 10, 11, 12, 13, 14 realizadas sucesivamente. Cada una de las capturas 10 - 14 incluye una parte del objeto 1 y una parte de una corredera de referencia 2 - 6. Además todas las capturas 10 - 14 incluyen una parte incluido un extremo de una primera corredera de referencia y una parte incluido un extremo de una corredera de referencia adicional. La captura 10 incluye una parte, concretamente un extremo de la corredera de referencia 2 y una parte, concretamente un extremo, de la corredera de referencia 3. La captura 11 incluye partes o extremos de las correderas de referencia 3 y 4. La captura 12 incluye partes o extremos de las correderas de referencia 4 y 5. La captura 13 incluye partes o extremos de las correderas de referencia 5 y 6. La captura 14 incluye partes o extremos de las correderas de referencia 6 y 2. No obstante, también es posible que las capturas sólo incluyan una parte de sólo una corredera de referencia (no representado en el dibujo).

Las capturas se solapan parcialmente. Las capturas 10 y 11 se solapan, al igual que las capturas 13 y 14. La captura 12 no se solapa con capturas adicionales. Las capturas solapadas entre sí pueden encadenarse entre sí. Cuando no se solapan capturas no se determinan las coordenadas 3D de las zonas situadas entre las capturas. Estas zonas pueden tratarse de zonas que no son de interés.

Cada captura incluye marcas de referencia 7, 8. La asociación del tamaño de las capturas y de la distribución de las marcas de referencia 7, 8 es tal que en cada captura 10 - 14 de cada corredera de referencia 2 - 6 puede determinarse su posición y orientación. Por ejemplo la captura 10 incluye una marca de referencia 7 codificada en sí misma y cuatro marcas de referencia 8 no codificadas en sí mismas, pudiendo decodificarse no obstante estas marcas de referencia 8 no codificadas en sí mismas por la situación de sus posiciones. Del mismo modo la captura 10 incluye una marca de referencia 7 codificada en sí misma y dos marcas de referencia 8 no codificadas en sí mismas de la corredera de referencia 2. Ocurre lo mismo con las demás capturas 11 a 14 y las demás correderas de referencia 4 a 6.

En un primer ciclo de medición se registran y almacenan las posiciones de las marcas de referencia 7, 8. Durante este primer ciclo de medición también pueden determinarse las coordenadas 3D del objeto 1.

Cuando a continuación tienen que medirse objetos adicionales, para ello pueden utilizarse las posiciones almacenadas de las marcas de referencia 7, 8. Por tanto, es posible retirar el objeto 1, no variando la posición de las correderas de referencia 2 - 6 entre sí y con ello tampoco la posición de las marcas de referencia 7, 8. A continuación se coloca un objeto de medición adicional y similar de manera parecida dentro de las correderas de referencia 2 - 6. Entonces puede medirse este objeto adicional. Puede realizarse este ciclo de medición adicional y otros ciclos de medición más basándose en las posiciones almacenadas de las marcas de referencia 7, 8. Como se utilizan las posiciones almacenadas de las marcas de referencia 7, 8 puede acortarse el tiempo de medición.

Como resulta evidente por la figura 2 también en los lados posteriores de las correderas de referencia 2 - 6 están previstas marcas de referencia codificadas, concretamente marcas de referencia 7’ codificadas en sí mismas y marcas de referencia 8’ no codificadas en sí mismas, que están codificadas por su posición espacial entre sí. De

este modo es posible medir también el lado posterior del objeto 1 con la misma estructura de medición. En particular, es suficiente el primer ciclo de medición descrito de los lados anteriores de las correderas de referencia 2 - 6 para el registro y almacenamiento completo también de las marcas de referencia 7', 8' en los lados posteriores de las correderas de referencia 2 - 6. Para ello también se han medido de antemano las marcas de referencia 7', 8' en los lados posteriores de las correderas de referencia 2 - 6, en concreto tanto con respecto a sus posiciones entre sí como con respecto a sus posiciones en relación a las marcas de referencia 7, 8 en el lado anterior de la respectiva corredera de referencia 2 - 6.

La figura 4 muestra diferentes formas de realización de marcas de referencia 7, 7' codificadas en sí mismas. Cada marca de referencia comprende un elemento invariable, no codificador y elementos codificadores. El elemento no codificador puede estar compuesto por un círculo 15 o un cuadrado 16 o un rectángulo. Este elemento determina la posición de la respectiva marca de referencia. Los elementos codificadores pueden estar compuestos por un código de barras circular 17, por un patrón de puntos 18 de puntos redondos o cuadrados, por segmentos 19 o por un patrón de puntos 20 y rayas 21. Las partes codificadoras permiten una identificación de la respectiva marca de referencia.

Según la invención se utilizan varias correderas de referencia que pueden combinarse de manera flexible y que antes de la medición se disponen alrededor del objeto que va a medirse. Entonces, durante la medición del objeto y posiblemente de otros objetos ya no se modifica la posición de las correderas de referencia. Con un conjunto de correderas de referencia es posible medir una pluralidad de objetos de medición diferentes.

Sobre las correderas de referencia están dispuestas marcas de referencia codificadas. Puede tratarse de marcas de fotogrametría, que están codificadas en sí mismas, y de marcas de fotogrametría, que no están codificadas en sí mismas, pero sí por su posición entre sí. Las marcas de referencia sobre las correderas de referencia están calibradas, por ejemplo mediante fotogrametría. De este modo, para cada corredera de referencia existe una lista de puntos 3D exacta y estable en sí misma. La calibración mediante fotogrametría de cada corredera de referencia individual es necesaria sólo una vez. Se almacena la lista de puntos calibrada una vez.

El objeto puede medirse por segmentos con el sensor 3D, registrándose en cada captura individual del sensor 3D tanto una parte del objeto como una parte de las marcas de referencia en una o varias correderas de referencia. Las correderas de referencia están diseñadas al menos en parte en su longitud de modo que son claramente más grandes que el campo de medición del sensor 3D, para que puedan enlazarse varias capturas adyacentes del sensor 3D mediante una corredera de referencia y así se alcance una elevada precisión también al enlazar varios campos de medición.

La identificación de las correderas de referencia individuales se produce por sí misma (automáticamente) o manualmente en la escena de medición del sensor 3D bien mediante el análisis de la disposición geométrica de las marcas de referencia no codificadas en sí mismas o bien con ayuda de las marcas de referencia codificadas en sí mismas, lo que permite una identificación más sencilla y segura.

Tras la primera medición se comprueba la/s corredera/s de referencia registrada/s al lado del objeto en la respectiva captura, en concreto mediante la evaluación de las marcas de referencia codificadas en sí mismas y/o mediante la evaluación o el análisis de la disposición geométrica de las marcas de referencia no codificadas en sí mismas. A continuación se transforma la respectiva lista de puntos 3D al sistema de coordenadas de la primera medición. Cada medición adicional puede transformarse ahora a este sistema de coordenadas, siempre que se registren marcas de referencia de una corredera de referencia ya transformada. Tras cada medición se comprueba si se han medido marcas de referencia y/o correderas de referencia adicionales, no registradas hasta ahora. Entonces, dado el caso se transforman a la escena de medición. Para aumentar la precisión puede compensarse la asociación completa de todos los segmentos de objeto medidos, es decir, la asociación completa de todas las capturas, junto con las correderas de referencia y/o marcas de referencia registradas mediante un procedimiento de concordancia 3D entre sí.

Mediante la disposición de marcas de referencia en todos los lados de las correderas de referencia, esto es, también en su lado posterior, es posible medir el lado anterior y el lado posterior de un objeto en un sistema de coordenadas común.

Tras finalizar la medición en el objeto y la lista de puntos así existente, combinada y con una alineación entre sí, de todas las correderas de referencia y sus marcas de referencia, para mediciones de repetición en otros objetos del mismo tipo es posible cargar por completo toda la lista de puntos de las correderas de referencia y/ marcas de referencia ya al inicio de la secuencia de medición, y ahorrarse la operación de transformación de las correderas de referencia y/o marcas de referencia individuales en las mediciones de repetición. Esto da por hecho que no se ha variado la posición de las correderas de referencia para la medición de repetición.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de las coordenadas 3D de un objeto (1), en el que el objeto (1) está rodeado por varias correderas de referencia (2, 3, 4, 5, 6) con marcas de referencia (7, 8) codificadas y se toman varias capturas (10, 11, 12, 13, 14) del objeto (1) de tal modo que en las mismas esté incluida en cada caso una parte del objeto (1) y una parte de una corredera de referencia (2-6), caracterizado por que las correderas de referencia (2-6) se encadenan entre sí.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que algunas o todas las correderas de referencia (2, 3, 6) son más largas que el campo de medición del sensor 3D (9).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que algunas o todas las correderas de referencia (2-6) tienen forman de barra.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las capturas, que incluyen una parte, en particular un extremo de una corredera de referencia (2-6), incluyen una parte, en particular un extremo de una corredera de referencia (2-6) adicional.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las marcas de referencia (7, 8) se decodifican por sí mismas.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que algunas o todas las capturas (10-14) se enlazan entre sí mediante un procedimiento de concordancia 3D.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que también en los lados posteriores de algunas o todas las correderas de referencia (2-6) están previstas marcas de referencia (7', 8') codificadas.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en un primer ciclo de medición se registran y almacenan las posiciones de las marcas de referencia (7, 8).

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se realizan ciclos de medición adicionales basándose en posiciones almacenadas de las marcas de referencia (7, 8).

Fig.1

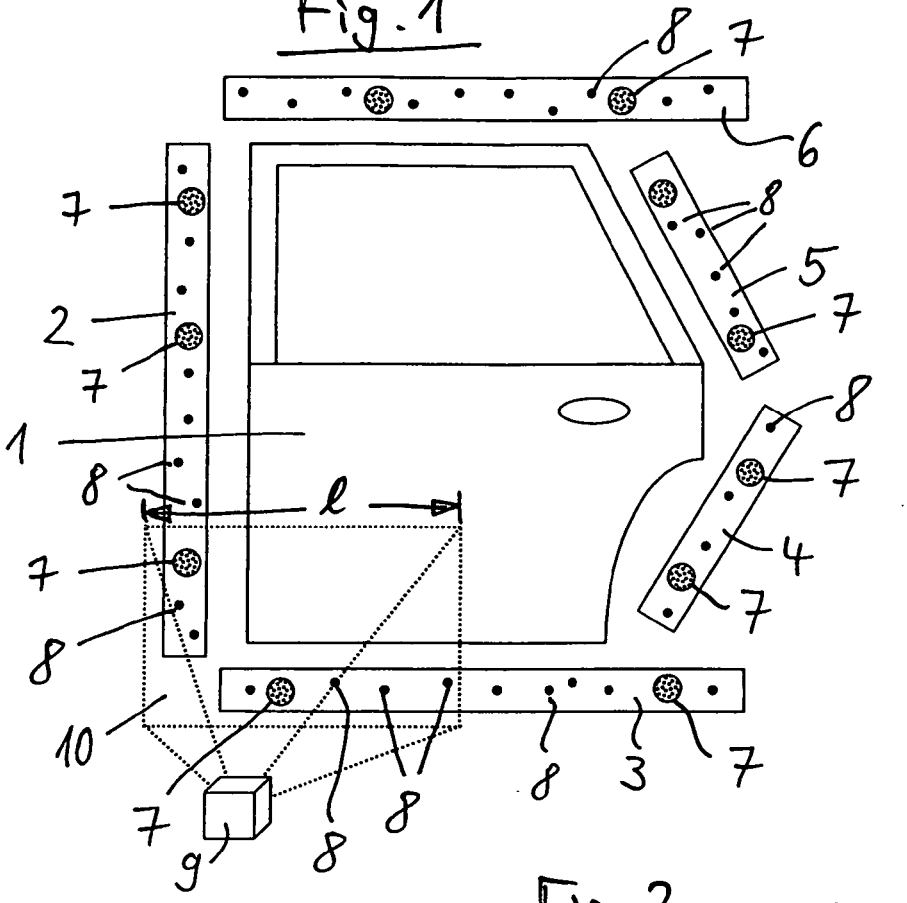
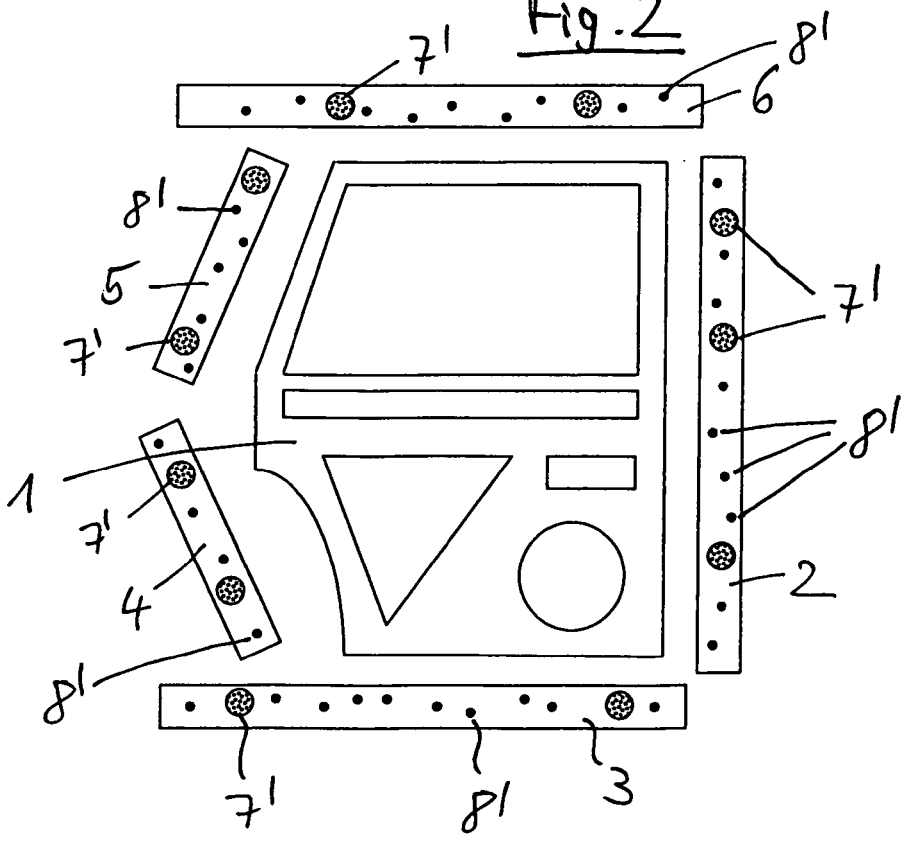


Fig.2



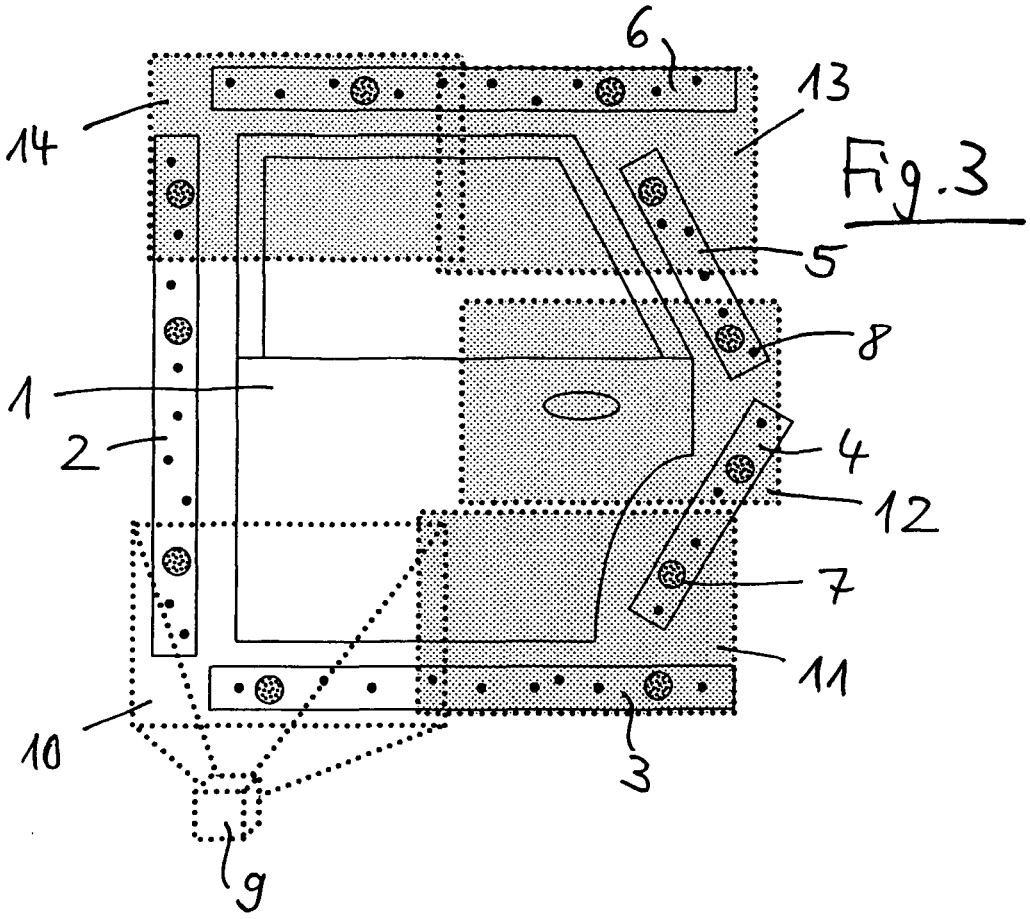


Fig.3

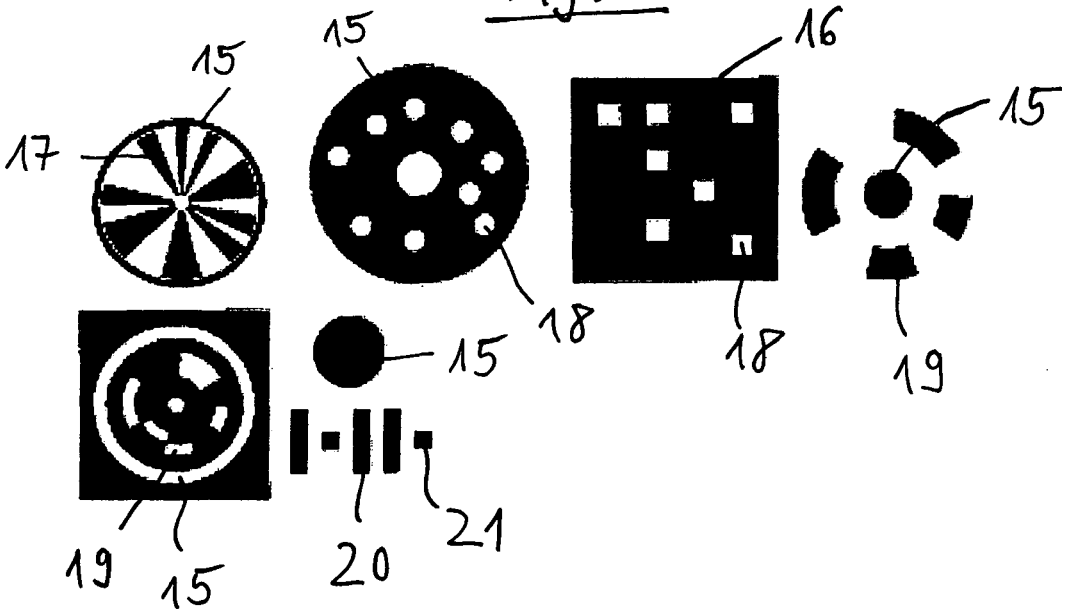



Fig.4