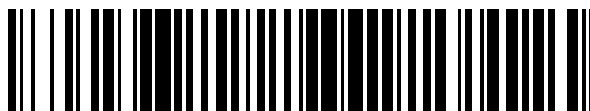


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 998**

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

G06K 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.09.2014** E 14306454 (1)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018** EP 2998927

54 Título: **Procedimiento para la detección del posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de los componentes específicos y el dispositivo de detección asociado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2019

73 Titular/es:

ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR

72 Inventor/es:

GRACOS- MARTI, PAU;
CABRE PUIGGALI, FRANCESC XAVIER;
ESPOSITO, DANILO;
FOREST COLLADO, JOSEP;
TORRENT PALOMERAS, ALBERT;
ZAPICO, ADRIEN;
BARRETT, JOSHUA;
DIXON, STEVEN y
MORLEY, DAVID

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 700 998 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 para la detección del posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de los componentes específicos y el dispositivo de detección asociado

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para la detección del posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de los componentes específicos de un vehículo en movimiento.

[0002] El vehículo en movimiento es, por ejemplo, un tren en movimiento en una vía de ferrocarril.

10

[0003] Con el fin de comprobar el funcionamiento apropiado de un vehículo, tal como un tren, es crucial determinar si componentes específicos instalados en el tren están en buenas condiciones, lo cual significa comprobar que estos componentes estén bien posicionados, sin defectos y que no falte ninguno.

15 **[0004]** Para hacerlo, es común detener el vehículo de forma que un trabajador vaya a lo largo de todo el vehículo y compruebe manualmente que los componentes específicos instalados en el tren estén en buenas condiciones y que la unidad de tren esté lista para el servicio. La inspección de los componentes del vehículo es por tanto visual.

20 **[0005]** No obstante, tal inspección visual parece ser peligrosa en la medida en que no es reproducible y depende del operador que puede fallar en la comprobación de algunos componentes o fallar al detectar un posicionamiento inadecuado de uno de los componentes. Además, también requiere mucho tiempo.

[0006] Un procedimiento y un sistema para la detección y señalización de defectos y condiciones peligrosas de partes del cuerpo de vehículo son conocidos a partir del documento EP 1 600 351. El procedimiento comprende la alineación de los componentes del vehículo que van a ser comprobados con modelos de referencia de los componentes. Tal procedimiento se utiliza especialmente para detectar la presencia de peligros relacionados con el ancho de la vía para un vehículo ferroviario cuyo modelo ha sido identificado. En particular, los peligros detectables con este procedimiento son los vehículos incompatibles con el ancho de la vía, estructuras que sobresalen de vehículos defectuosos o perfil de carga inadmisibles debido a carga inapropiada.

30

[0007] No obstante, tal procedimiento no es lo suficientemente preciso para determinar con exactitud el posicionamiento inadecuado o los defectos de la superficie de componentes específicos del vehículo. En particular, tal procedimiento no permite la detección de componentes del tamaño de un milímetro, tales como tornillos o pernos, que podrían faltar.

35

[0008] Uno de los objetos de la invención es proponer un procedimiento para detectar de forma automática y exacta el posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de algunos componentes de un vehículo independientemente de su tamaño, en particular componentes del tamaño de un milímetro.

40

[0009] La invención se refiere a un procedimiento para la detección del posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de un componente específico de un vehículo en movimiento, según la reivindicación 1.

[0010] El procedimiento según la invención puede comprender una o más de las características de las reivindicaciones 2 a 9 tomadas de forma aislada o en cualquier combinación técnicamente posible:

45

La invención también se refiere a un dispositivo de detección, para detectar el posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie de un componente específico de un vehículo en movimiento en una vía de ferrocarril, según la reivindicación 10.

50 **[0011]** La invención se comprenderá mejor con la lectura de la siguiente descripción, que se da únicamente a modo de ejemplo, y que se escribe con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de detección según la invención;

- la figura 2 es un gráfico de organización de un procedimiento según la invención;

55

- la figura 3 es una captura de pantalla que representa una representación tridimensional de la región que rodea un componente específico y un modelo tridimensional circundante del componente específico;

- la figura 4 es una captura de pantalla similar a la figura 3, que representa una representación tridimensional alineada de forma aproximada del componente, que resulta de la alineación de la representación tridimensional con el modelo tridimensional circundante;

60

- la figura 5 es una captura de pantalla, similar a la figura 4, cortada con el fin de conservar únicamente la parte de la representación tridimensional alineada de forma aproximada que rodea el componente específico, representando

también la captura de pantalla un modelo tridimensional específico del componente específico;

- la figura 6 es una captura de pantalla similar a la figura 5, que representa una representación tridimensional alineada de forma exacta del componente, que resulta de la alineación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada con el modelo tridimensional específico;

5 - la figura 7 es una captura de pantalla de una representación tridimensional real del componente específico de la figura 6;

- la figura 8 es una captura de pantalla de un mapa de disparidad de un componente específico; y

- la figura 9 es una captura de pantalla de un mapa de disparidad de otro componente específico.

10 **[0012]** La figura 1 ilustra un vehículo 1, tal como un tren, en movimiento en una vía de ferrocarril 5 y un dispositivo de detección 10 para detectar cualquier posicionamiento inadecuado y/o defectos de la superficie de algunos componentes del vehículo 1.

[0013] El vehículo 1 comprende al menos un componente específico. Se entiende por "componente específico" un componente del vehículo 1 que se va a comprobar durante un proceso de escaneo del vehículo 1. En particular, un componente específico puede ser un panel carenado de bastidor de punta delantera del fuselaje, puntal carenado de punta delantera, una antena eurobaliza, un deflector de obstáculo, un depósito de suspensión, un AWS (acrónimo de Sistema de alarma automático), un TPWS (acrónimo de Sistema de alarma y protección de tren), un motor de tracción, un salvavidas, un underpan, un arenero, una caja de engranajes, una varilla de tracción, un UGMS (acrónimo de Sistema de medición de geometría no tripulado), un receptor de APC (acrónimo de Control de potencia automático), una punta delantera del fuselaje de panel lateral, un faldón lateral, un amortiguador de guiñada, un panel de acceso, una puerta de acceso de faldón, una tapa de extremo de eje plano, una tapa de sensor de velocidad TASS, un armazón de cepillo de tierra, un armazón de retorno de tracción, un WSP (acrónimo de Protección antideslizamiento de ruedas), una puerta, un paso de puerta, un dispositivo de acceso de ruta y un ancho de la vía del tren.

[0014] Cada componente específico puede comprender algunos elementos pequeños tales como pernos, tornillos o tuercas por ejemplo.

30 **[0015]** El dispositivo de detección 10 está configurado para detectar el posicionamiento inadecuado y/o los defectos de la superficie y las partes que faltan de los componentes específicos del vehículo 1.

[0016] En una forma de realización de la invención, el dispositivo de detección 10 comprende un sistema de escaneo 18 para el escaneo de los componentes específicos del vehículo 1 en movimiento, una biblioteca de referencia en un dispositivo electrónico, un sistema de identificación 22 para la identificación del vehículo 1, al menos una entrada de sensor 26 para medir la velocidad del vehículo 1, al menos un sensor inductivo 28 para detectar la presencia del vehículo 1, un calculador 30 para el análisis de los datos escaneados procedentes del sistema de escaneo 18 y un sistema de calibración para el calibrado del sistema de escaneo 18.

40 **[0017]** El sistema de escaneo 18 comprende al menos un escáner. Se entiende por "escáner" un conjunto de láseres y cámaras. Cada cámara de un escáner está equipado con una unidad de cálculo.

[0018] El sistema de escaneo 18 está ubicado en las proximidades de la vía de ferrocarril 5.

45 **[0019]** En la figura 1, se representan seis escáneres. No obstante, es posible tener menos o más escáneres dependiendo de la cantidad y del tipo de los componentes específicos del vehículo 1.

[0020] Los escáneres del sistema de escaneo 18 están ubicados en una estructura de protección dedicada 42, por ejemplo una cubierta o un almacén. Cada escáner comprende una caja dentro de la cual hay un conjunto de 50 láseres y un conjunto de cámaras.

[0021] Cada escáner es específico para uno o más componentes específicos del vehículo 1. En particular, la ubicación y la cantidad de cámaras y láseres de cada escáner depende del número y de las formas de los componentes específicos que van a ser escaneados por el escáner. En efecto, la ubicación de cada escáner depende del movimiento del vehículo 1, en el ángulo desde el cual van a ser escaneados los componentes específicos tal como inferior o lateras, de las características de las ubicaciones de los componentes específicos que pueden causar oclusión a las cámaras y del formato de los componentes específicos identificado en tres regiones, interna, externa o lateral.

60 **[0022]** En una forma de realización de la invención, ilustrada en la figura 1, hay dos escáneres 44, 46, dos escáneres externos 50, 52 y dos escáneres laterales 56 y 60.

[0023] Los escáneres internos 44 y 46 están configurados para escanear los componentes específicos ubicados en la parte inferior del vehículo 1 en movimiento.

5 **[0024]** Cada escáner interno 44, 46 comprende un conjunto de láseres que apunta directamente a varias direcciones y un conjunto de cámaras que miran en las direcciones de iluminación de los láseres.

[0025] En una forma de realización de la invención, el primer escáner interno 44 comprende una cámara tridimensional y un láser. Se entiende por "cámara tridimensional" una cámara que genera imágenes
10 tridimensionales.

[0026] En una forma de realización de la invención, el segundo escáner interno 46 comprende dos cámaras tridimensionales y dos láseres.

15 **[0027]** Los escáneres externos 50 y 52 están configurados para escanear componentes específicos ubicados en el lado externo del vehículo 1.

[0028] En una forma de realización de la invención, cada escáner externo 50, 52 comprende una cámara tridimensional y dos láseres. Los láseres de cada escáner externo 50, 52 apunta a un ángulo de menos de 90°. La
20 cámara tridimensional de cada escáner externo 50, 52 está ubicado entre los dos láseres en una configuración que permite el escaneo de componentes específicos que pueden estar parcialmente ocluidos por otros elementos del vehículo 1. Por ejemplo, el puntal carenado de punta delantera de un vehículo está generalmente parcialmente ocluido a los láseres que miran hacia arriba por el carenado de punta delantera del fuselaje del vehículo 1.

25 **[0029]** Los escáneres laterales 56 y 60 están configurados para escanear componentes específicos ubicados en el lado externo del vehículo 1.

[0030] En una forma de realización de la invención, cada escáner lateral 56, 60 comprende tres cámaras tridimensionales, una cámara bidimensional y dos láseres. Se entiende por "cámara bidimensional" una cámara que
30 genera imágenes bidimensionales.

[0031] Para cada escáner lateral 56, 60, una cámara tridimensional y un láser se ubican cerca de la parte superior de la caja del escáner lateral considerado 56, 60, estando el láser que apunta hacia el lado del vehículo 1 y la cámara tridimensional inclinados a un ángulo dado.

35 **[0032]** Las otras dos cámaras tridimensionales y el último láser se ubican cerca de la parte inferior de la caja del escáner lateral considerado 56, 60, en una configuración particular que minimiza oclusiones por sí mismas de los componentes específicos.

40 **[0033]** La cámara bidimensional está destinada a tomar imágenes de una parte del vehículo 1 de forma que estas imágenes puedan ser visualizadas de nuevo por un operador. La ubicación de la cámara bidimensional se escoge con el fin de que el campo de vista de la cámara bidimensional abarque el ancho completo del vehículo 1.

[0034] La unidad de cálculo de cada cámara es un procesador en interacción con una aplicación de software.
45 La unidad de cálculo de cada cámara es capaz de procesar las imágenes adquiridas por la cámara.

[0035] La unidad de cálculo de cada cámara está configurada para procesar los datos adquiridos por cada cámara del escáner con el fin de obtener para cada componente específico del vehículo 1 una representación tridimensional R en el marco de referencia relativo al componente específico. Para cada componente específico, el
50 marco de referencia es un sistema de coordenadas cuyo origen y ejes son específicos para el componente específico. El marco de referencia tiene tres ejes: un eje longitudinal X que corresponde a la longitud del componente específico que define una dirección longitudinal, un eje transversal Y perpendicular al eje longitudinal X y que define una primera dirección transversal y un eje de elevación Z perpendicular al eje longitudinal X y al eje transversal Y, y que define una segunda dirección transversal.

55 **[0036]** La representación tridimensional R de un componente específico es una imagen tridimensional.

[0037] La unidad de cálculo de cada cámara está configurada también para enviar la representación tridimensional R de cada componente específico al calculador 30.

60 **[0038]** La estructura de protección 42 tiene dos entradas 62, 64 en la dirección en la que se mueve el

vehículo 1: estando la primera entrada 62 ubicada en la parte trasera de la estructura de protección 41 y estando la segunda entrada 64 ubicada en la parte delantera de la estructura de protección 42. Los términos “delantero” y “trasero” se definen con respecto a la dirección de rodamiento del vehículo 1.

5 **[0039]** La estructura de protección 42 es adecuada para proteger el sistema de escaneo 18 de las condiciones climáticas tales como la lluvia, el sol, la nieve, la humedad y las variaciones de temperatura.

[0040] La biblioteca de referencia contiene la configuración de todos los posibles vehículos 1 que podrían comprobarse con el dispositivo de detección 10. En la biblioteca de referencia, cada vehículo 1 está asociado a un número de unidad. La biblioteca de referencia contiene también información sobre todos los componentes específicos de cada vehículo 1 tal como su posición en el marco de referencia. Esta información es la misma para los vehículos del mismo tipo. Se entiende por “vehículos del mismo tipo”, los vehículos que tienen la misma estructura y el mismo componente específico ubicado en la misma ubicación de cada uno de esos vehículos.

10 **[0041]** La biblioteca de referencia es contenida en la memoria de un dispositivo electrónico que está conectado al calculador 30 y al sistema de identificación 22.

[0042] El sistema de identificación 22 es un sistema electrónico. Por ejemplo, el sistema de identificación 22 es un sistema lector RFID que recopila la información de matrículas instaladas en el vehículo 1. RFID es la abreviación de *Radio-Frequency Identification* (identificación por radiofrecuencia). Se entiende por “sistema lector RFID”, un sistema inalámbrico que utiliza campos electromagnéticos para transferir datos con el fin de identificar y realizar seguimiento automáticamente de matrículas fijadas en algunos objetos. Se entiende por “matrícula”, una palabra clave o un término asignado a una pieza de información que está almacenada electrónicamente en la matrícula.

20 **[0043]** El sistema de identificación 22 está instalado en la entrada 62 de la estructura de protección 42, antes de los escáneres del sistema de escaneo 18.

[0044] El sistema de identificación 22 está ubicado en las proximidades de la vía de ferrocarril 5. Más precisamente, el sistema de identificación 22 está ubicado entre los raíles de la vía de ferrocarril 5.

[0045] Gracias a la biblioteca de referencia, el sistema de identificación 22 está configurado para identificar el número de unidad y el tipo del vehículo 1 y para enviar esos datos al calculador 30.

25 **[0046]** El sistema de identificación 22 está configurado también para activar cada escáner del sistema de escaneo 18, cuando el componente específico correspondiente al escáner está cerca de este escáner. En otras palabras, cuando uno de los componentes específicos correspondientes a un escáner está a una distancia predeterminada del escáner, las cámaras y los láseres del escáner se activan. La distancia predeterminada entre el escáner y uno de los componentes específicos es típicamente del orden de magnitud de 0,4 metros.

30 **[0047]** La entrada del sensor 26 está configurada para medir la velocidad del vehículo 1. El sensor es, por ejemplo, el sensor InteliSens por la compañía Proton Products.

[0048] Es posible también que el dispositivo de detección 10 contenga más de una entrada del sensor 26.

35 **[0049]** El sensor inductivo 28 está configurado para detectar el paso del vehículo 1 enfrente del sensor inductivo 28. Se entiende por “sensor inductivo”, un sensor electrónico que comprende un bucle de inducción, que detectar objetos metálicos sin estar en contacto con tales objetos.

40 **[0050]** En particular, el sensor inductivo 28 está configurado para registrar la posición del tren capturando la posición de cada eje de soldadura a medida que pasan por el sensor inductivo 28.

[0051] Es posible también que el dispositivo de detección 10 contenga más de un sensor inductivo 28.

45 **[0052]** Como se ilustra en la figura 1, la entrada del sensor 26 y el sensor inductivo 28 están ubicados en las proximidades de la vía de ferrocarril 5. Más precisamente, la entrada del sensor 26 y el sensor inductivo 28 están ubicados dentro de la estructura de protección 42 de forma que el vehículo 1 pase primero enfrente de la entrada del sensor 26 y el sensor inductivo 28 antes de pasar a través del sistema de escaneo 18. Es posible también que la entrada del sensor 26 y/o el sensor inductivo 28 estén ubicados fuera de la estructura de protección 42 a alrededor de diez metros desde la entrada 62 de la estructura de protección 42.

- 5
- [0053] La entrada del sensor 26 y el sensor inductivo 28 están configurados para enviar la velocidad obtenida del vehículo 1 y la posición obtenida del vehículo 1 al sistema de identificación 22 y al calculador 30.
- [0054] El calculador 30 es, por ejemplo, un ordenador.
- 5
- [0055] El calculador 30 comprende un procesador 70, una memoria 74, una biblioteca modelo 76 específica para cada vehículo 1 y almacenada en la memoria 74, una aplicación de software 78 almacenada en la memoria 74 y que se puede ejecutar gracias al procesador 70, una interfaz hombre-máquina 82 y una unidad de visualización 86.
- 10
- [0056] La biblioteca modelo 76 contiene información sobre cada vehículo 1 que podría ser comprobada por el dispositivo de detección 10. En particular, la biblioteca modelo 76 contiene información sobre los componentes específicos del vehículo 1 que podría ser comprobada por el dispositivo de detección 10.
- [0057] Para cada vehículo 1 que podría ser comprobado por el dispositivo de detección 10, la biblioteca modelo 76 comprende un modelo tridimensional circundante M1 de la región que rodea cada componente específico, un modelo tridimensional específico M2 de cada componente específico solo y las posiciones en el marco de referencia del modelo tridimensional circundante M1 y el modelo tridimensional específico M2.
- 15
- [0058] El modelo tridimensional circundante M1 y el modelo tridimensional específico M2 son ambos imágenes tridimensionales.
- 20
- [0059] Para cada componente específico de un vehículo 1, el modelo tridimensional circundante M1 es una imagen tridimensional de referencia, que representa la región que rodea el componente específico en el marco de referencia del componente específico.
- 25
- [0060] Para un vehículo dado 1, se entiende por "región que rodea un componente específico", la parte del vehículo 1 centrada en el componente específico, que comprende el componente específico y los elementos del vehículo 1 en proximidad cercana al componente específico. En un modelo tridimensional circundante M1 o en una representación tridimensional R de un componente específico, los elementos del vehículo 1 que rodean el componente específico ocupan al menos el 51% de la imagen. No obstante, podría ser menos del 50% siempre y cuando el modelo tridimensional M1 y la representación tridimensional R estén muy próximas entre sí.
- 30
- [0061] Para cada componente específico de un vehículo 1, el modelo tridimensional específico M2 es una imagen tridimensional de referencia, que representa el componente específico solo en el marco de referencia del componente específico. En otras palabras, en el modelo tridimensional específico M2, el componente específico no está rodeado por ningún otro elemento del vehículo 1.
- 35
- [0062] El primer modelo tridimensional y el modelo tridimensional específico M2 están, por ejemplo, en forma de archivos CAD.
- 40
- [0063] La interfaz hombre-máquina 82 es, por ejemplo, una pantalla táctil o un teclado.
- [0064] La unidad de visualización 86 es, por ejemplo, una pantalla de ordenador.
- 45
- [0065] El sistema de calibración es un conjunto de patrones de calibración específicos para cada componente del vehículo 1. Cada patrón de calibración es, por ejemplo, una plantilla tridimensional.
- [0066] El procedimiento para detectar el posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie según la invención se describirán ahora como un ejemplo, con referencia a la Figura 2.
- 50
- [0067] Inicialmente, el procedimiento de detección comprende una etapa 100 para calibrar el sistema de escaneo 18 de un dispositivo de detección 10 como se ha descrito anteriormente para cada tipo de componente específico de un vehículo 1.
- 55
- [0068] La etapa de calibración 100 comprende el posicionamiento del patrón de calibración del componente específico enfrente de los láseres y las cámaras tridimensionales del sistema de escaneo 18. A continuación, la etapa de calibración 100 comprende la iluminación del patrón de calibración con el haz de láser de cada láser. La etapa de calibración 100 comprende además tomar, para cada láser, una imagen de la intersección de la superficie del patrón de calibración y el haz de láser del láser.
- 60
- [0069] Las coordenadas del patrón de calibración y la imagen tomada para cada láser son los datos de

ES 2 700 998 T3

entrada de un algoritmo informático de SAL3D que calcula automáticamente los parámetros de calibración. SAL3D significa Shape Analysis Library 3D (biblioteca de análisis de forma 3D) y es un producto de la empresa AQSENSE.

- 5 **[0070]** A continuación, los láseres y las cámaras tridimensionales del sistema de escaneo 18 se posicionan según los parámetros de calibración.
- [0071]** La etapa de calibración 100 permite el posicionamiento y la orientación correctos de los láseres y de las cámaras del sistema de escaneo 18 cerca de una vía de ferrocarril 5.
- 10 **[0072]** La etapa de calibración 100 es realizada por un operador que utiliza el sistema de calibración del dispositivo de detección 10.
- [0073]** A partir de entonces, el procedimiento de detección comprende una etapa 110 para identificar el vehículo 1 en movimiento en la vía de ferrocarril 5. De este modo, se identifican el tipo y el número de unidad del
15 vehículo 1. Estos datos se envían a continuación al calculador 30 y se almacenan en la memoria 74 del calculador 30.
- [0074]** La etapa de identificación 110 se lleva a cabo mediante el sistema de identificación 22.
- 20 **[0075]** A continuación, el procedimiento de detección comprende una etapa 120 para registrar la velocidad del vehículo 1 con la entrada del sensor 26 y la posición del vehículo 1 con el sensor inductivo 28.
- [0076]** Estos datos se transmiten entonces al sistema de identificación 22 y al calculador 30.
- 25 **[0077]** Gracias a estos datos y a la biblioteca de referencia, el sistema de identificación 22 activa o desactiva los escáneres correspondientes a cada componente específico del vehículo 1 con el fin de adquirir imágenes de los componentes específicos. En otras palabras, cada escáner se activa cuando se estima que el componente específico correspondiente está a la distancia predeterminada del escáner y se desactiva cuando el componente específico correspondiente ya no está en el campo de visión de las cámaras de los escáneres. Por lo tanto, se
30 reduce la cantidad de datos tridimensionales escaneados que permiten un tratamiento más rápido de estos datos.
- [0078]** A continuación, cuando un componente específico del vehículo 1 pasa en el campo de visión de las cámaras de un escáner correspondiente, el procedimiento de detección comprende una etapa 130 para iluminar el componente específico del vehículo 1 con los láseres del escáner. Dicha iluminación resalta la intersección entre la
35 superficie del componente específico y el haz de láser.
- [0079]** Esta etapa de iluminación 130 comprende también la adquisición de varias imágenes de la intersección entre la superficie del componente específico y el haz de láser mientras el vehículo 1 está en movimiento. La adquisición de imágenes para cada componente específico se realiza con las cámaras del escáner
40 correspondientes al componente específico.
- [0080]** Las imágenes se adquieren a una frecuencia de hasta 1.000 cuadros por segundo. Tal frecuencia hace posible la reconstrucción tridimensional de componentes pequeños, tales como los componentes de tamaño milimétrico. Las imágenes adquiridas se introducen en colas o en estructuras FIFO (acrónimo de First In, First Out,
45 primero en entrar, primero en salir) para que puedan procesarse en secuencia, siguiendo la misma secuencia inducida por el vehículo 1 en movimiento. Se entiende por "FIFO", un procedimiento para organizar y manipular un búfer de datos, donde se procesa primero la primera entrada, o "cabeza" de la cola. Un búfer de datos es una región de un almacenamiento de memoria física que se utiliza para almacenar datos temporalmente mientras se mueve de un lugar a otro.
50
- [0081]** A continuación, el procedimiento de detección comprende una etapa 140 de cálculo a partir de las imágenes adquiridas de cada componente específico, la representación tridimensional R de la región que rodea al componente específico en el marco de referencia. Tal etapa utiliza un procedimiento llamado "triangulación láser". Se entiende por "triangulación láser", una técnica para la generación de imágenes tridimensionales de la superficie
55 de un objeto utilizando al menos un láser y un sensor tal como una cámara.
- [0082]** La etapa 140 se lleva a cabo mediante las unidades de cálculo de cada cámara de los escáneres del sistema de escaneo 18. De esta manera, se evita que el calculador 30 realice un procesamiento intensivo.
- 60 **[0083]** La representación tridimensional R obtenida es enviada a continuación por la unidad de cálculo al calculador 30.

[0084] Más adelante, el procedimiento de detección comprende una etapa 150 de alineación aproximada, en el marco de referencia, la representación tridimensional R de cada componente específico del vehículo 1 con el modelo tridimensional circundante M1 del componente específico.

5

[0085] La alineación de la representación tridimensional R de un componente específico con el modelo tridimensional circundante M1 de este componente es una imagen tridimensional. Esta imagen se llama "representación tridimensional alineada de forma aproximada A1".

10 **[0086]** Por ejemplo, la figura 3 y la figura 4 representan una región que rodea un componente específico. El componente específico representado en esta figura 3 y 4 es una punta delantera del fuselaje de panel lateral.

[0087] En la figura 3, la representación tridimensional R de la región que rodea al componente específico se representa en color gris, mientras que el modelo tridimensional circundante M1 se representa en color blanco. En esta figura 3, la representación tridimensional R no está alineada con el modelo tridimensional circundante M1.

15 **[0088]** En la figura 4, la representación tridimensional R está alineada de forma aproximada con el modelo tridimensional circundante M1 y forma la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1. La zona sombreada en la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 parece estar posicionada de forma
20 inadecuada en comparación con el modelo tridimensional circundante M1.

[0089] La alineación de la representación tridimensional R con el modelo tridimensional circundante M1 se logra usando la herramienta Match3D contenida en la biblioteca SAL3D de la compañía AQSENSE.

25 **[0090]** La etapa de alineación aproximada 150 comprende también el cálculo, para cada componente específico, de la transformación rígida aproximada T1 que permite la alineación de la representación tridimensional R del componente específico con el modelo tridimensional circundante M1 del componente específico. La transformación rígida de forma aproximada T1 es la transformación rígida de la representación tridimensional R a la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1.

30

[0091] Se entiende por "transformación rígida", una transformación geométrica que preserva las distancias.

[0092] Cada transformación rígida aproximada T1 es una matriz cuadrada de tamaño 4x4. Sin embargo, la transformación rígida aproximada T1 también puede ser una matriz cuadrada de tamaño 3x3 con un vector que tiene
35 tres componentes.

[0093] Cada transformación rígida aproximada T1 contiene toda la información sobre la posición y la orientación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de un componente específico en comparación con el modelo tridimensional específico M2 de este componente.

40

[0094] La etapa de alineación aproximada 150 se lleva a cabo mediante el procesador 70 del computador 30 en interacción con la aplicación de software 78 contenida en la memoria 74 del computador 30.

45 **[0095]** Durante la etapa de alineación aproximada 150, la transformación rígida aproximada T1 y la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de cada componente específico del vehículo 1 se almacenan en la memoria 74 del computador 30.

[0096] Posteriormente, el procedimiento de detección comprende una etapa 160 para alinear con precisión, en el marco de referencia, la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de cada componente
50 específico del vehículo 1 con el modelo tridimensional específico M2 de este componente específico.

[0097] La alineación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de un componente específico con el modelo tridimensional específico M2 de este componente es una imagen tridimensional. Esta imagen se denomina "representación tridimensional alineada con precisión A2".

55

[0098] La figura 5 representa una parte de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de la figura 4. De hecho, en esta figura 5, algunas partes de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 se han cortado con el fin de mantener solo la región cerca del componente específico. En esta figura 5, la parte de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 se representa en color gris,
60 mientras que el modelo tridimensional específico M2 del componente se representa en color blanco.

[0099] En la figura 6, la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 se alinea con precisión con el modelo tridimensional específico M2 y forma la representación tridimensional alineada con precisión A2. La representación tridimensional alineada con precisión A2 está perfectamente alineada en el modelo tridimensional específico M2.

5

[0100] La alineación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 con el modelo tridimensional específico M2 se logra mediante el uso de la herramienta Match3D contenida en la biblioteca SAL3D de la compañía AQSENSE.

10 **[0101]** La etapa de alineación precisa 160 comprende también el cálculo, para cada componente específico, de la transformación rígida precisa T2 que permite la alineación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 del componente específico con el modelo tridimensional específico M2 del componente específico. La transformación rígida precisa T2 es la transformación rígida de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 a la representación tridimensional alineada con precisión A2.

15

[0102] Cada transformación rígida precisa T2 es una matriz cuadrada de tamaño 4x4. Sin embargo, la transformación rígida precisa T2 puede ser también una matriz cuadrada de tamaño 3x3 con un vector que tiene tres componentes.

20 **[0103]** Cada transformación rígida precisa T2 contiene toda la información sobre la posición y la orientación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada A1 de un componente específico en comparación con el modelo tridimensional específico M2 de este componente.

[0104] La etapa de alineación precisa 160 se lleva a cabo mediante el procesador 70 del computador 30 en interacción con la aplicación de software 78 contenida en la memoria 74 del computador 30.

25

[0105] Durante la etapa de alineación precisa 160, la transformación rígida precisa T2 y la representación tridimensional alineada con precisión A2 de cada componente específico del vehículo 1 se almacenan en la memoria 74 del computador 30.

30

[0106] Entonces, el procedimiento de detección comprende una etapa 170 para detectar el posicionamiento inadecuado del componente específico. Según una primera forma de realización, la etapa de detección 170 se realiza analizando la transformación rígida precisa T2.

35 **[0107]** Según una segunda forma de realización, la etapa de detección 170 comprende el cálculo del inverso de la transformación rígida con precisión T2.

[0108] A continuación, la etapa de detección 170 comprende la aplicación del inverso de la transformación rígida precisa T2 en el modelo tridimensional específico M2 con el fin de obtener una representación tridimensional real A3 del componente específico solo. De este modo, la transformación rígida precisa T2 se utiliza para eliminar con precisión los elementos de la representación tridimensional R del componente específico que no forman parte del componente específico, sin eliminar ninguna parte del componente específico. La representación tridimensional real A3 obtenida es una imagen tridimensional. La representación tridimensional real A3 es similar a una representación tridimensional R del componente específico en el que se habrían eliminado los elementos que rodean al componente específico. Por ejemplo, la figura 7 representa la representación tridimensional real A3 del componente específico de la figura 6.

40

45

[0109] Durante la etapa de detección 170, la representación tridimensional real A3 se almacena en la memoria 74 del computador 30.

50

[0110] La etapa de detección 170 comprende además el cálculo de la distancia entre cada píxel de la representación tridimensional real A3 y el píxel correspondiente del modelo tridimensional específico M2.

[0111] A continuación, la etapa de detección 170 comprende la evaluación del posicionamiento inadecuado del componente específico evaluando si la distancia entre cada píxel de la representación tridimensional real A3 y el píxel correspondiente del modelo tridimensional M2 está comprendida dentro de al menos un umbral de tolerancia especificado. Si la distancia entre cada píxel de la representación tridimensional real A3 y el píxel correspondiente del modelo tridimensional M2 no está comprendida en al menos un umbral de tolerancia especificado, se considera que el componente específico está mal posicionado.

55

60

[0112] Los umbrales de tolerancia especificados son, por ejemplo, cuadros que encierran la representación

tridimensional real A3 de cada componente específico en el marco de referencia.

[0113] Por ejemplo, en la figura 7, se representan tres cuadros: un cuadro pequeño B1, un cuadro medio B2 y un cuadro grande B3. El cuadro pequeño B1 está contenido tanto en el cuadro medio B2 como en el cuadro grande B3. El cuadro medio B2 está contenido en el cuadro grande B3.

[0114] Las dimensiones del cuadro pequeño B1 se establecen de modo que el cuadro pequeño B1 esté lo más cercano posible a los extremos de la representación tridimensional real A3. Las dimensiones del cuadro medio B2 son mayores que las dimensiones del cuadro pequeño B1. Las dimensiones del cuadro grande B3 son mayores que las dimensiones del cuadro medio B2.

[0115] La evaluación del posicionamiento inadecuado del componente específico consiste en medir y notificar si la representación tridimensional real A3 del componente específico está contenida en el cuadro pequeño B1, en el cuadro medio B2, en el cuadro grande B3 o en ninguno de los cuadros B1, B2, B3. Si el componente específico está contenido en el cuadro pequeño B1, se dice que está posicionado con precisión. Si el componente específico está contenido en el cuadro medio B2 y no en el cuadro pequeño B1, se dice que está ligeramente mal posicionado. Si el componente específico está contenido en el cuadro grande B3 y no en el cuadro medio B2, se dice que está bastante mal posicionado. Finalmente, si el componente específico no está contenido en ninguno de los cuadros, se dice que está completamente mal posicionado. Sin embargo, si ninguna de las partes del componente específico se encuentra en ninguno de los cuadros, se asume entonces que falta el componente específico.

[0116] Por ejemplo, se dice que el modelo tridimensional real A3 de la figura 7 está ligeramente mal posicionado. De hecho, esta representación tridimensional real A3 no está comprendida en el cuadro pequeño B1, sino que está comprendida en el cuadro medio B2.

[0117] Los resultados de la evaluación del posicionamiento inadecuado se muestran por la unidad de visualización 86 del calculador 30, que permite a un operador conocer la alineación de la representación tridimensional real A3. Por ejemplo, la unidad de visualización 86 del calculador 30 muestra una imagen del componente específico que es verde para las partes del componente específico dentro del cuadro pequeño B1, azul para las partes del componente específico que no están contenidas en el cuadro pequeño B1 pero contenidas en el cuadro medio B2, naranja para las partes del componente específico no contenidas en el cuadro medio B2 pero contenidas en el cuadro grande B3 y rojo para las partes del componente específico contenidas en ninguno de los cuadros.

[0118] Los resultados de la evaluación del posicionamiento inadecuado se almacenan en la memoria 74 del calculador 30.

[0119] Por lo tanto, un operador puede visualizar las partes de los componentes específicos que están mal posicionados y estimar si este mal posicionamiento no es seguro.

[0120] La etapa de detección 170 es llevada a cabo por el procesador 70 del calculador 30 en interacción con la aplicación de software 78 contenida en la memoria 74 del calculador 30.

[0121] Opcionalmente, el procedimiento de detección comprende una etapa 180 para detectar los defectos de la superficie y/o las partes que faltan de los componentes específicos del vehículo 1 en base a un mapa de disparidad DM de cada componente específico. El mapa de disparidad DM es una imagen que muestra la representación tridimensional alineada con precisión A2 y la diferencia entre la representación tridimensional alineada con precisión A2 y el modelo tridimensional específico M2. El mapa de disparidad DM es una imagen tridimensional. El mapa de disparidad DM puede ser también una imagen bidimensional.

[0122] Con el fin de obtener el mapa de disparidad DM de un componente específico, la etapa de detección 180 comprende una etapa de cálculo de la diferencia entre la representación tridimensional alineada con precisión A2 y el modelo tridimensional específico M2. La diferencia se calcula solamente en una dirección correspondiente a un eje del marco de referencia para permitir reducir la duración de los cálculos. Más precisamente, la diferencia se calcula en la segunda dirección transversal correspondiente al eje de elevación Z.

[0123] A continuación, la etapa de detección 180 comprende una etapa de proyección de la representación tridimensional alineada con precisión A2 en un plano formado por el eje longitudinal X y el eje transversal Y del marco de referencia.

[0124] El mapa de disparidad DM es la representación de la diferencia calculada y de la proyección de la

representación tridimensional alineada con precisión A2 en un marco formado por el eje longitudinal X y el eje transversal Y del marco de referencia. En el mapa de disparidad DM, la diferencia calculada se resalta con niveles de gris.

5 **[0125]** El cálculo del mapa de disparidad DM se logra mediante el uso de funciones contenidas en la biblioteca SAL3D de la compañía AQSENSE.

10 **[0126]** El mapa de disparidad DM resalta cualquier diferencia de forma entre el componente específico y su modelo tridimensional, siendo estas diferencias los defectos de la superficie o partes que faltan del componente específico. Por lo tanto, las dimensiones de los defectos de superficie de un componente específico se notifican en las tres dimensiones del marco de referencia, así como el número de defectos en una superficie del componente específico.

15 **[0127]** El mapa de disparidad DM puede visualizarse en la unidad de visualización 86.

[0128] Por ejemplo, en la figura 8, la parte que falta, como un perno que falta, de un componente específico está representada por un primer círculo C1, que rodea la ubicación del perno que falta en el mapa de disparidad DM del componente específico.

20 **[0129]** Además de detectar las partes que faltan de los componentes específicos, las deformaciones en la superficie del componente específico se pueden leer en el mapa de disparidad DM.

25 **[0130]** Por ejemplo, en la figura 9, un defecto de superficie de un componente específico está representado por un segundo círculo C2, que rodea la ubicación del defecto de superficie en el mapa de disparidad DM del componente específico. La profundidad exacta de los defectos de la superficie también se puede mostrar en la unidad de visualización 86.

[0131] La etapa de detección 180 se puede realizar en paralelo a la etapa de detección 170.

30 **[0132]** La etapa de detección 180 es llevada a cabo por el procesador 70 del calculador 30 en interacción con la aplicación de software 78 contenida en la memoria 74 del calculador 30.

[0133] El mapa de disparidad DM y los resultados del análisis del mapa de disparidad DM se almacenan en la memoria 74 del calculador 30.

35 **[0134]** De este modo, el procedimiento de detección permite la detección automática del posicionamiento inadecuado, los defectos de superficie o las partes que faltan de componentes específicos de un vehículo 1 en movimiento. Los componentes específicos comprobados pueden ser muy pequeños, tales como pernos, tornillos o tuercas del tamaño de un milímetro. Por lo tanto, el procedimiento de comprobación es reproducible sin riesgos de
40 que un operador olvide comprobar algún componente específico o detectar el posicionamiento inadecuado de uno de los componentes específicos del vehículo 1.

[0135] El proceso de alineación es muy rápido: su duración es inferior a 100 milisegundos con los ordenadores modernos. No se requieren procesadores especializados o GPU (unidad de procesamiento de
45 gráficos).

[0136] Además, la evaluación del posicionamiento inadecuado es flexible en la medida en que los umbrales de tolerancia especificados pueden ser modificados por un operador.

50 **[0137]** Los resultados comprobados, tales como las transformaciones rígidas, el mapa de disparidad DM y la representación tridimensional alineada de forma aproximada y precisa A2 de cada componente específico, se almacenan en la memoria 74 del calculador 30. Por lo tanto, existe una trazabilidad de los resultados comprobados.

55 **[0138]** Además, las intervenciones manuales de un operador ya no son necesarias, lo que reduce la duración de comprobación.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la detección del posicionamiento inadecuado y los defectos de superficie de un componente específico de un vehículo en movimiento, que comprende:

5

- escaneo (130) de la región que rodea un componente de vehículo específico (1) en movimiento en una vía de ferrocarril (5) para obtener (140) una representación tridimensional (R) de la región que rodea el componente específico,

10 - alienación (150) de la representación tridimensional (R) con un modelo tridimensional circundante (M1) de la región que rodea el componente específico para obtener una representación tridimensional alineada de forma aproximada (A1),

caracterizado porque, el procedimiento comprende también:

15 - alineación (160) de la representación tridimensional alineada de forma aproximada (A1) con un modelo tridimensional específico (M2) del componente específico para obtener una representación tridimensional alineada con precisión (A2) y una transformación rígida precisa (T2), y

20 - análisis (170, 180) del posicionamiento inadecuado y los defectos de la superficie del componente específico mediante el procesamiento de la representación tridimensional alineada con precisión (A2) y el modelo tridimensional específico (M2), en el que, el análisis del posicionamiento inadecuado del componente específico (170) comprende el análisis de la transformación rígida precisa (T2), y

el análisis de los defectos de la superficie o las partes que faltan del componente específico (180) comprende:

25 • cálculo de un mapa de disparidad (DM) que incluye una diferencia entre la representación tridimensional alineada con precisión (A2) y el modelo tridimensional específico (M2), y
• detección de los defectos de la superficie o las partes que faltan del componente específico en función del mapa de disparidad (DM).

30 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de análisis (170) comprende:

- procesamiento (170) del modelo tridimensional específico (M2) con el inverso de la transformación rígida precisa (T2) para obtener una representación tridimensional real (A3) del componente específico, y
- comparación de la representación tridimensional real (A3) con el modelo tridimensional específico (M2).

35

3. Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa de análisis (170) comprende:

- evaluación (170) de si la distancia entre la representación tridimensional real (A3) y el modelo tridimensional específico (M2) está comprendida dentro de al menos un umbral de tolerancia especificado.

40

4. Un procedimiento según la reivindicación 3, en el que el o cada umbral de tolerancia especificado se define mediante un cuadro que encierra el modelo tridimensional específico (M2) del componente específico, estando el componente específico mal posicionado cuando la representación tridimensional real (A3) no está contenida en el cuadro que encierra el modelo tridimensional específico (M2).

45

5. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la diferencia entre la representación tridimensional alineada con precisión (A2) y el modelo tridimensional específico (M2) del mapa de disparidad (DM) se calcula en una sola dirección.

50 6. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, antes de la etapa de escaneo (130), una etapa de:

- identificación (110) del tipo y el número de unidad del vehículo (1).

55 7. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, antes de la etapa de escaneo (130), una etapa de:

- activación (120) de cada cámara de un escáner cuando el componente específico se encuentra a una distancia predeterminada de la cámara y desactivación de las cámaras de lo contrario.

60

8. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la transformación

rígida precisa (T2) es una matriz de tamaño 4x4 que contiene información sobre la posición y la orientación del componente específico en comparación con el modelo tridimensional específico (M2).

9. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los componentes
5 específicos se eligen en un grupo que comprende: un panel carenado de bastidor de punta delantera de fuselaje, un puntal carenado de punta delantera, una antena eurobaliza, un deflector de obstáculo, un depósito de suspensión, un AWS, un TPWS, un motor de tracción, un salvavidas, un underpan, un arenero, una caja de engranajes, una varilla de tracción, un UGMS, un receptor de APC, una punta delantera del fuselaje de panel lateral, un faldón lateral, un amortiguador de guiñada, un panel de acceso, una puerta de acceso de faldón, una tapa de extremo de eje
10 plano, una tapa de sensor de velocidad TASS, un armazón de cepillo de tierra, un armazón de retorno de tracción, un WSP, una puerta, un paso de puerta, un dispositivo de acceso de ruta y un ancho de la vía del tren.

10. Un dispositivo de detección (10) para detectar el posicionamiento inadecuado y los defectos de la
15 superficie de un componente específico de un vehículo (1) en movimiento en una vía de ferrocarril (5), que comprende:

- un sistema de escaneo (18) para escanear la región alrededor del componente específico, estando configurado el sistema de escaneo (18) para calcular una representación tridimensional (R) de la región alrededor del componente específico,

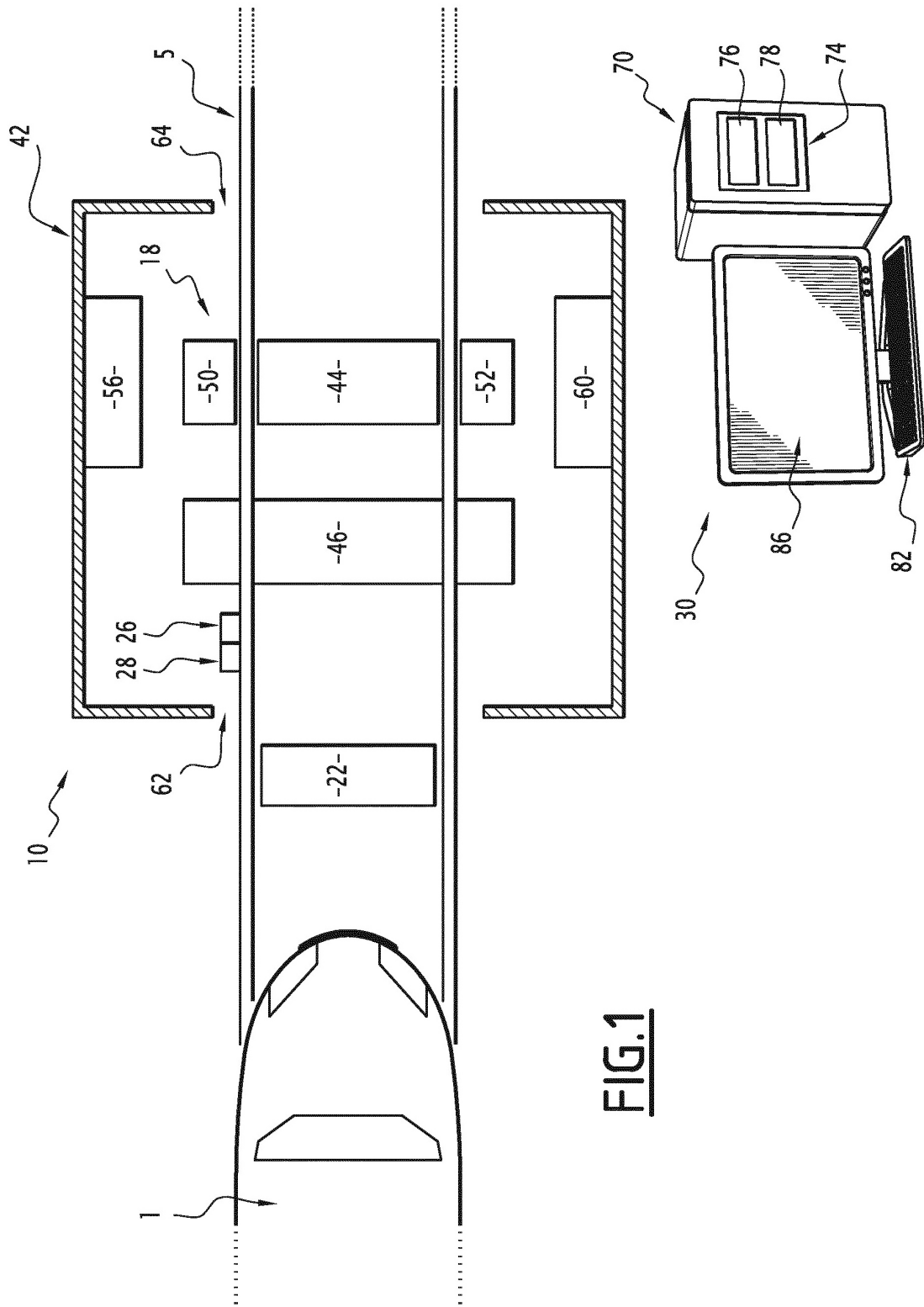
20 - un calculador (30) en interacción con una aplicación de software (78) configurada para implementar:

la alineación de la representación tridimensional (R) con un modelo tridimensional circundante (M1) de la región que rodea el componente específico para obtener una representación tridimensional alineada de forma aproximada (A1),
caracterizado porque, el calculador (30) en interacción con la aplicación de software (78) está configurada también
25 para implementar:

la alineación de la representación tridimensional alineada de forma aproximada (A1) con un modelo tridimensional específico (M2) del componente específico para obtener una representación tridimensional alineada con precisión (A2) y una transformación rígida precisa (T2), y el análisis del posicionamiento inadecuado del componente
30 específico (170) que comprende un análisis de la transformación rígida precisa (T2) y el análisis de los defectos de la superficie o las partes que faltan del componente específico (180) que comprende:

- cálculo (180) de un mapa de disparidad (DM) que incluye una diferencia entre la representación tridimensional alineada con precisión (A2) y el modelo tridimensional específico (M2), y

35 • detección de los defectos de la superficie o las partes que faltan del componente específico en función del mapa de disparidad (DM).



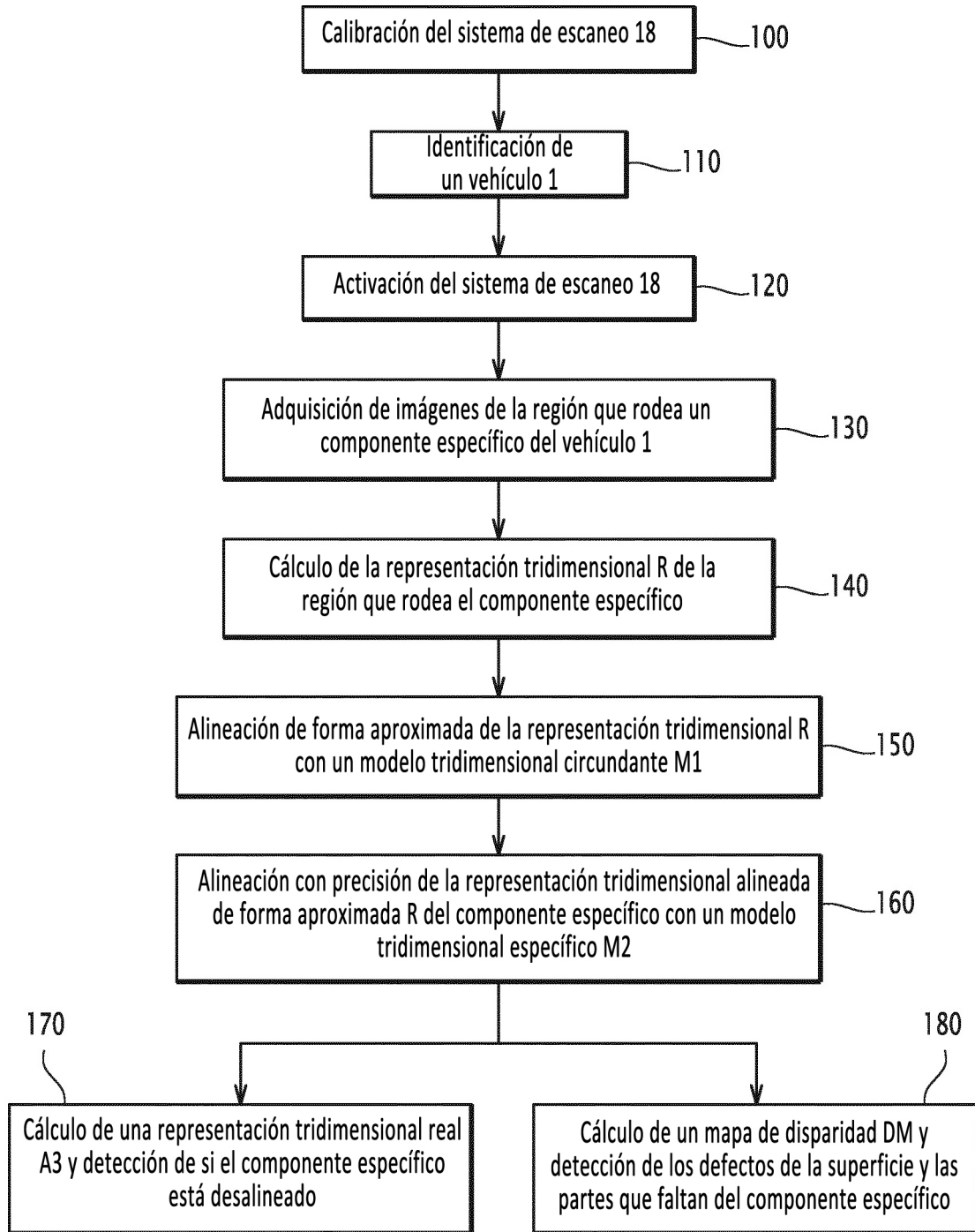


FIG.2

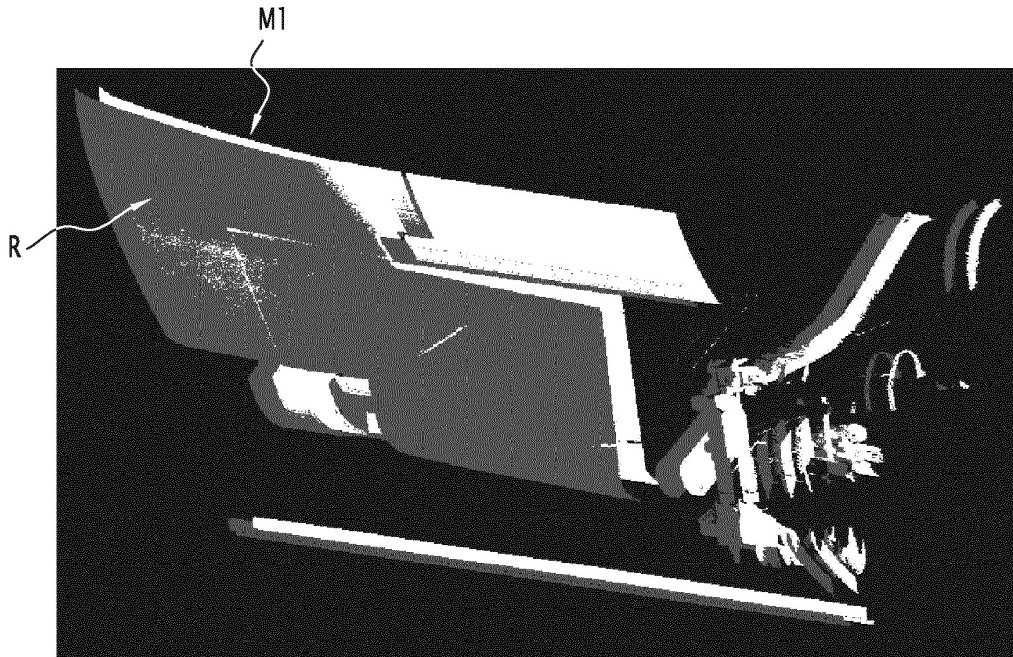


FIG. 3

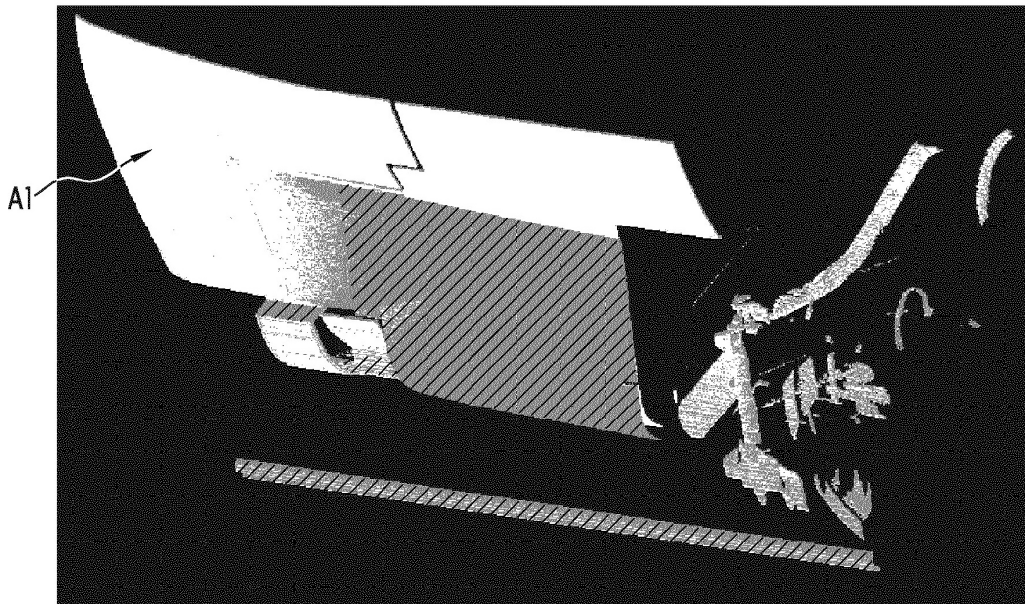


FIG. 4

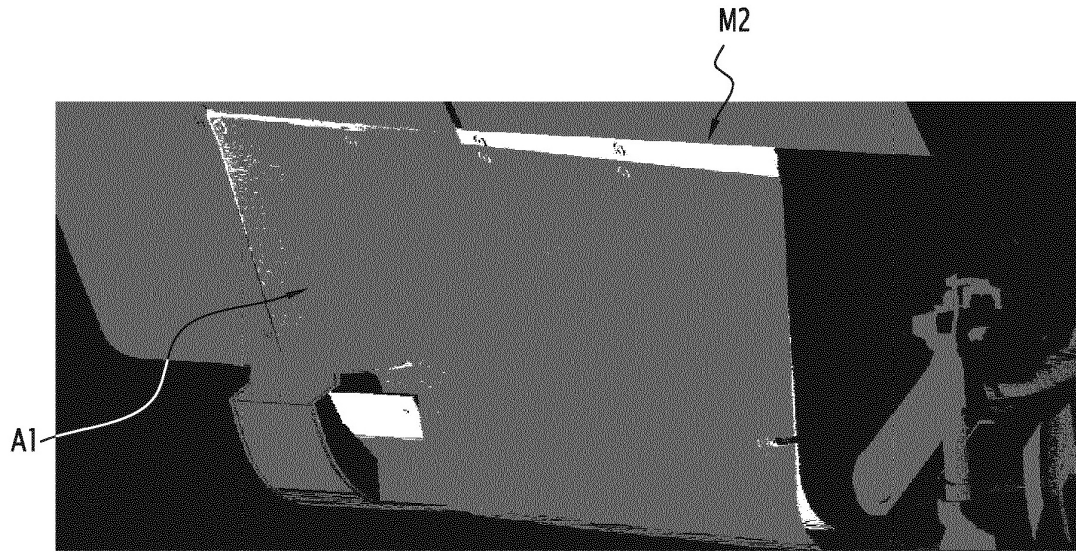


FIG.5

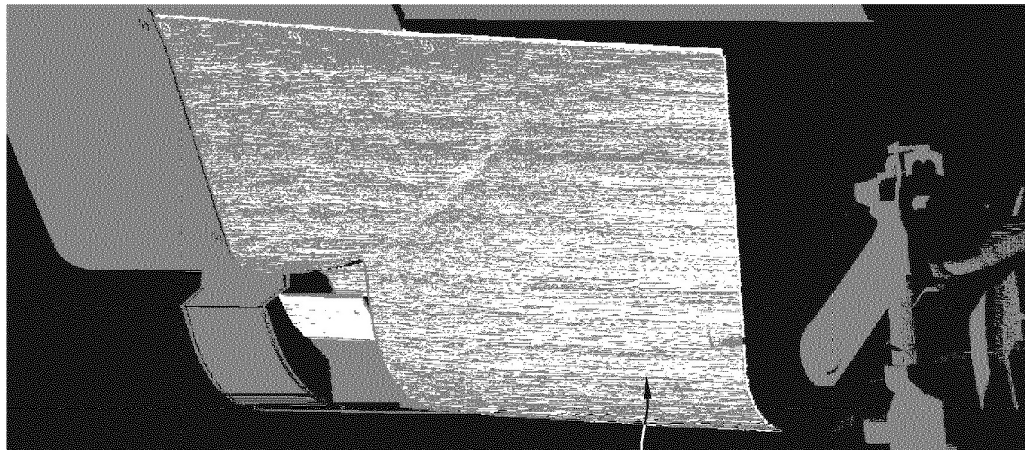


FIG.6

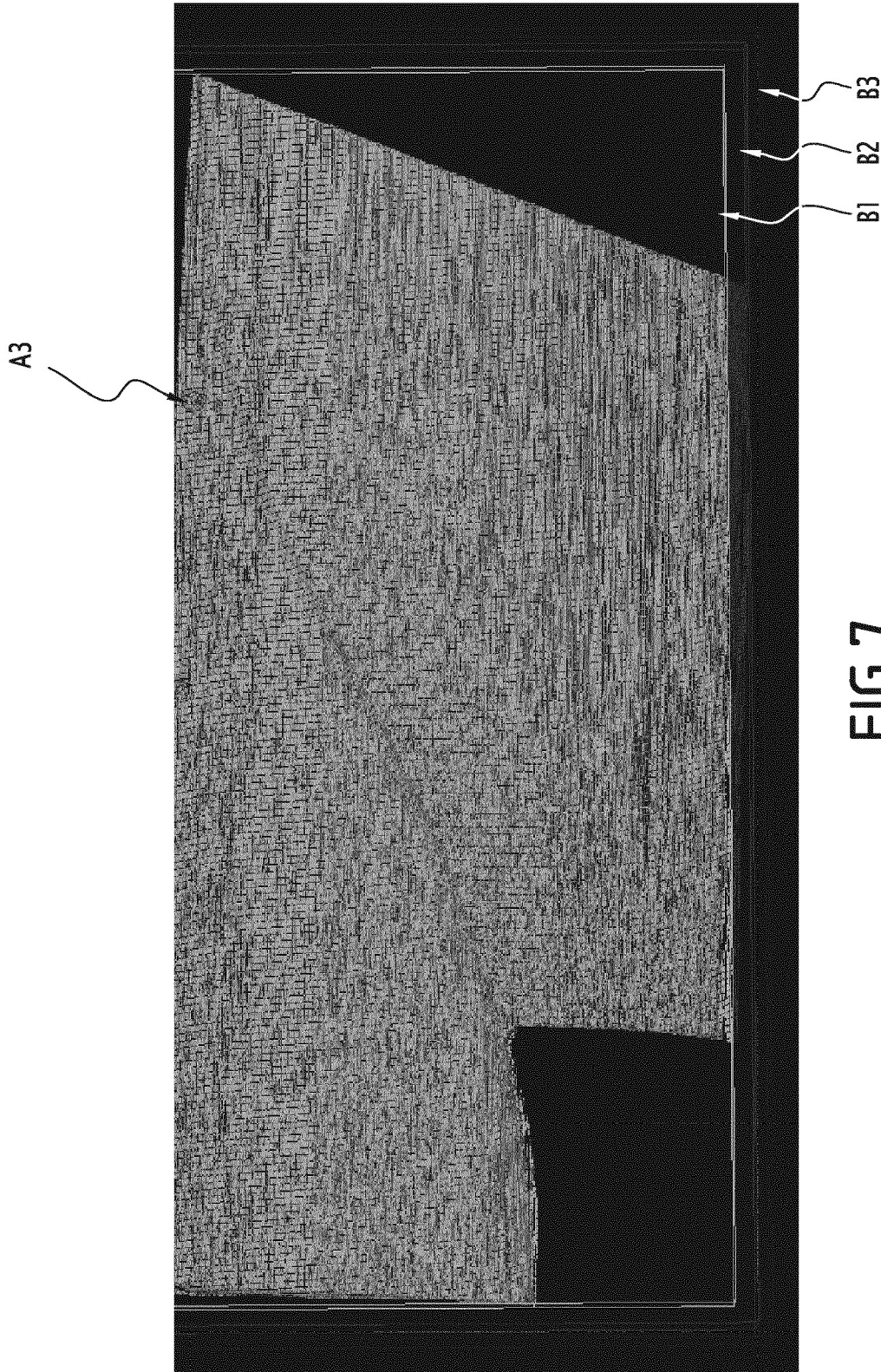


FIG. 7

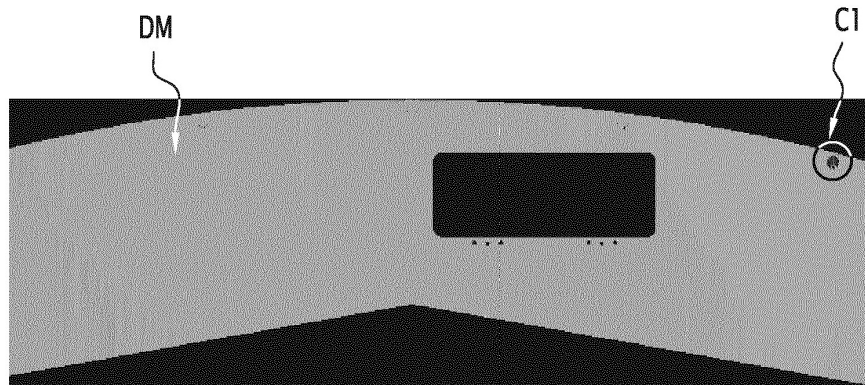


FIG. 8

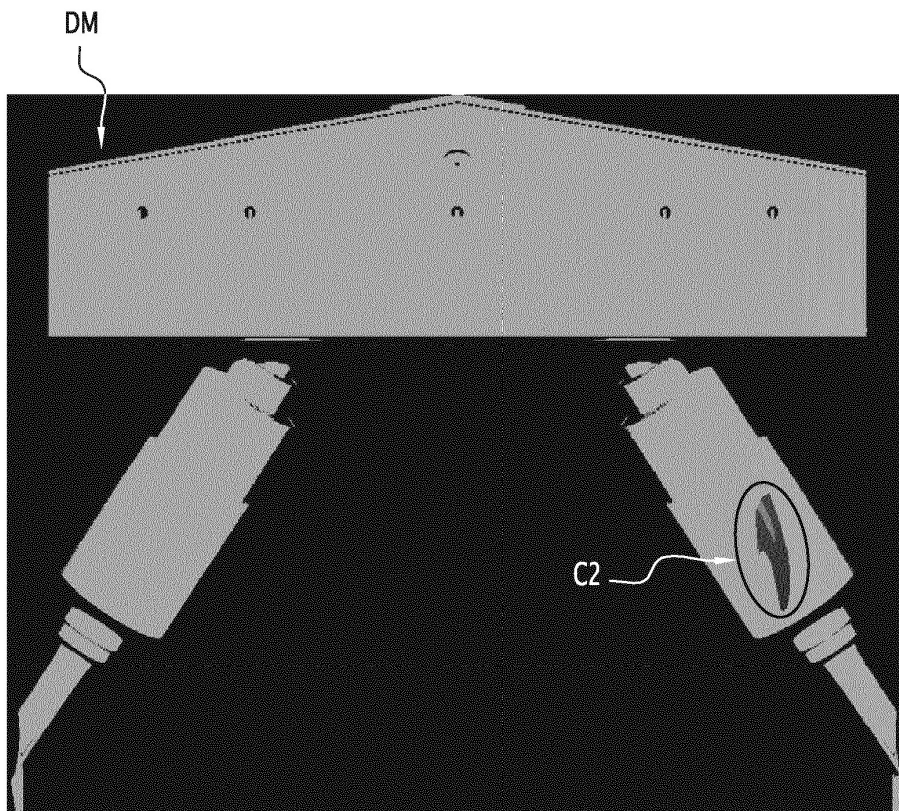


FIG. 9