

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 924 330**

51 Int. Cl.:

G01B 21/04 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2019** **PCT/EP2019/068290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2020** **WO20011726**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2019** **E 19742306 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2022** **EP 3821202**

54 Título: **Aparato y método para la verificación sin contacto de las dimensiones y/o forma de un cuerpo de forma compleja**

30 Prioridad:

10.07.2018 IT 201800007050

10.07.2018 IT 201800007052

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

06.10.2022

73 Titular/es:

MARPOSS SOCIETA' PER AZIONI (100.0%)

Via Saliceto 13

40010 Bentivoglio (BO), IT

72 Inventor/es:

DALLA CASA, MAURIZIO y

CONTI, PIER PAOLO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 924 330 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

Aparato y método para la verificación sin contacto de las dimensiones y/o forma de un cuerpo de forma compleja

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un aparato y un método asociado para verificar las dimensiones y/o la forma de un cuerpo de forma compleja, por ejemplo, que consta de un conjunto de diferentes formas geométricas, o al menos una parte de dicho cuerpo, que puede tener para ser acoplado con terceros objetos que requieren estrictas tolerancias. También es posible verificar una o más partes transparentes del cuerpo.

La presente invención se puede utilizar para verificar componentes de vehículos como partes de la carrocería, luces (es decir, faros, luces traseras) o salpicaderos, así como en varios sectores, como la industria 3C, para verificar, por ejemplo, cajas o pantallas de dispositivos móviles como tabletas o teléfonos móviles, o en general en cualquier caso en el que sea necesario que un cuerpo de forma compleja tenga unas dimensiones y/o forma muy precisas para permitir un acoplamiento preciso con terceros objetos o componentes.

Tal como se ha mencionado con anterioridad, la presente invención se puede usar ventajosamente, pero no de forma exclusiva, para verificar las dimensiones de los sistemas de iluminación de vehículos, y la siguiente descripción se referirá expresamente a tal caso, sin embargo, sin limitarse a él y perder generalidad.

Los sistemas de iluminación de vehículos automóviles comprenden cuerpos de iluminación, cada uno de los cuales comprende varios dispositivos de iluminación y una lente exterior configurada para seguir el perfil de la carrocería. Con el diseño cada vez más sofisticado de los vehículos a motor, la carrocería y los cuerpos de iluminación tienen formas cada vez más elaboradas, lo que requiere un montaje y ensamblaje precisos del cuerpo de iluminación sobre la carrocería y el cumplimiento de estrictas tolerancias en cuanto a dimensiones y forma.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Es conocido verificar uno o varios cuerpos luminosos para comprobar las dimensiones y la forma de los mismos, antes de montarlos, utilizando un aparato que comprende un soporte que tiene medios de fijación para posicionar el cuerpo luminoso en consecuencia, un elevado número de palpadores mecánicos, por ejemplo hasta varias decenas, colocados según el tipo de cuerpo de iluminación, lente y carrocería de automóvil al que se debe acoplar el cuerpo de iluminación, y una pluralidad de actuadores, por ejemplo, actuadores neumáticos, para poner en contacto los sensores con el cuerpo de iluminación para adquirir mediciones espaciales en varios puntos predeterminados, en particular a lo largo del borde exterior de la lente.

El aparato anterior tiene muchas desventajas. En primer lugar, la disposición de los sensores es diferente para cada tipo de cuerpo de iluminación a verificar. Por lo tanto, para cada nuevo tipo de cuerpo de iluminación, es necesario tener nuevos equipos con palpadores y sensores colocados de acuerdo con las especificaciones del nuevo cuerpo de iluminación, y ajustar con precisión los actuadores neumáticos para no dañar y/o deformar el cuerpo de iluminación mientras se adquieren las mediciones espaciales, siendo el cuerpo de iluminación principalmente de plástico. Esta operación lleva mucho tiempo y es crítico. A esto se suma la necesidad, en los sistemas automáticos, de proporcionar de una nueva automatización para el control de los nuevos equipos.

En segundo lugar, los medios de sujeción, que deben sujetar el cuerpo luminoso sobre el soporte con la fuerza adecuada, y los palpadores, que tocan la superficie de la lente mientras se obtienen las medidas espaciales, tienden a deformar la lente y/o dañar la superficie externa de la lente.

En tercer lugar, si existe una necesidad, por el motivo que sea, de aumentar el número de puntos de inspección o cambiar la posición de los mismos, es necesario modificar el equipo, siendo esta modificación costosa y con un tiempo considerable.

Un aparato para la verificación sin contacto de las dimensiones y/o la forma de un cuerpo se describe en US 2013/050410A1 y US 2017/276472A1.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un aparato y un método asociado para verificar un cuerpo de forma compleja, por ejemplo, un cuerpo de iluminación de un vehículo de motor, y en particular la lente exterior (o cubierta) del mismo, este aparato no tiene las desventajas anteriores, a la vez que es fácil y económico de fabricar.

Como se ha indicado con anterioridad, se pueden aplicar consideraciones similares en general a la verificación de objetos o componentes de formas complejas que deben montarse con un acoplamiento preciso en otros elementos.

La presente invención proporciona un aparato y un método asociado para verificar las dimensiones y/o la forma de un cuerpo de forma compleja, por ejemplo, la lente exterior de un cuerpo de iluminación para un vehículo de motor, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirá la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, que muestran una realización no limitativa de la misma, en los que:

- La figura 1 muestra una vista en perspectiva del aparato de la presente invención para verificar las dimensiones y/o forma de un cuerpo de forma compleja, en particular una lente exterior de un cuerpo de iluminación para un vehículo automóvil;
- la figura 2 muestra una vista ampliada de un conjunto de inspección óptica del aparato de la figura 1;
- la figura 3 muestra, en otra perspectiva y con más detalle, un soporte de verificación de la figura 1, con un cuerpo de iluminación a controlar colocado sobre este soporte de verificación; y
- La figura 4 muestra un soporte de verificación de la figura 1 con partes eliminadas para revelar un dispositivo de retroiluminación asociado.

MEJOR MODO DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

La figura 1 muestra, indicado de forma general en su conjunto con la referencia 1, el aparato de control o verificación de la presente invención para verificar las dimensiones y/o la forma de un cuerpo de forma compleja, en particular una lente exterior 2 de un cuerpo de iluminación 3 para un vehículo de motor (este último no se muestra).

El aparato de verificación 1 comprende una base 4, una pluralidad de soportes de verificación 5, que están montados en la base 4, cada uno de los cuales es capaz de recibir un cuerpo de iluminación 3 de tal manera que la respectiva lente 2, que en este caso corresponde a la parte del cuerpo a medir, es completamente visible. La base 4 es preferiblemente giratoria, si bien también puede ser una base con movimiento lineal, para mover los soportes de verificación 5 entre una estación de carga 6 del aparato 1, donde los cuerpos de iluminación 3 están colocados cada uno sobre un relativo soporte de verificación 5, y una estación de verificación 7 del aparato 1, donde se comprueban los cuerpos luminosos 2.

El aparato de control 1 comprende un sistema robótico 8, por ejemplo un sistema robótico antropomórfico con seis grados de libertad, que comprende: un brazo robótico 80, que está dispuesto en la estación de control 7 y comprende una base fija 9, un resalte 10, un codo 11 y un cojinete móvil o muñeca 12 conectados cinemáticamente entre sí de manera conocida; y una unidad de control electrónico asociada 13 para controlar los movimientos del brazo robótico 80, a saber, el resalte 10, el codo 11 y la muñeca 12. El aparato de control 1 comprende además un conjunto de inspección óptica 14 montado en la muñeca 12.

Con referencia a la figura 2, el conjunto de inspección óptica 14 está montado en la muñeca 12 por medio de un puntal 15 y comprende al menos un sensor de distancia sin contacto, preferiblemente de tipo óptico. En la realización que se muestra en la figura 1, el conjunto de inspección óptica 14 comprende un sensor de distancia confocal cromático 17 y una cámara digital 16. Ambos están montados sobre el puntal 15 de tal forma que sus ejes ópticos son paralelos entre sí.

La cámara digital 16 puede tener, en lugar de una lente convencional, una lente telecéntrica, cuyo uso puede garantizar una baja distorsión, eliminar errores de perspectiva y aumentar la resolución de la imagen.

En el caso, como se muestra, en el que hay partes transparentes en el cuerpo a medir, por ejemplo, la lente exterior del cuerpo de iluminación, el sensor de distancia puede ser ventajosamente un sensor de distancia confocal cromático, que supera los límites de otros dispositivos de medición de distancias óptica, por ejemplo, láser, estando exentos de fenómenos relacionados con perturbaciones refractivas y reflejos múltiples.

El sensor de distancia 17 proporciona una medición de la distancia entre su propia referencia, que en este caso se identifica por simplicidad con el extremo axial libre 17a, y un punto en la superficie del cuerpo que se enfrenta al extremo axial libre 17a a lo largo del eje óptico de dicho sensor de distancia 17. El sensor de distancia 17 identifica, en la superficie del cuerpo, un área sustancialmente similar a un punto, o punto focal, que se muestra esquemáticamente en la Figura 2 mediante la referencia 17b, frente al extremo axial libre 17a, que tiene un diámetro de unas pocas docenas de μm , por lo tanto, dimensiones mucho más pequeñas que el diámetro del extremo de contacto de cualquier palpador mecánico. El uso de un sensor sin contacto permite así alcanzar cavidades y pequeñas áreas del cuerpo a medir que de otro modo no podrían ser alcanzadas por sensores de contacto.

La cámara digital 16 adquiere imágenes de un borde exterior de la lente que, cuando se procesan en consecuencia, proporcionan información de la posición de dicho borde exterior.

Con referencia de nuevo a la figura 1, el aparato de verificación 1 comprende una unidad de procesamiento y control 18 que tiene una respectiva memoria digital 19, siendo esta última capaz de almacenar datos de referencia relacionados con una forma de referencia, o una forma que tiene las dimensiones nominales, de la lente 2.

- 5 La unidad de procesamiento y control 18 está configurada para controlar el brazo robótico 80, a través de la respectiva unidad de control 13, para mover el conjunto de inspección óptica 14 sobre la lente 2.

- 10 Con referencia a las figuras 1 y 3, la unidad de procesamiento y control 18 está configurada para obtener, por medio del conjunto óptico 14, valores dimensionales en un sistema de referencia espacial en puntos de medición predeterminados 20 en la lente 2.

- 15 El sistema de referencia espacial mencionado anteriormente es, por ejemplo, un sistema de referencia cartesiano que está fijo con respecto a la base 9 del brazo robótico 80 y con respecto al cual la unidad de control 13 controla los movimientos del brazo robótico 80. Más particularmente, en la realización preferida que se muestra en las figuras, la unidad de procesamiento y control 18 está configurada para medir distancias desde los puntos de medición predeterminados 20 en la lente 2 por medio del sensor de distancia 17 y adquirir imágenes del borde exterior 21 de la lente 2 por medio de la cámara 16 a medida que el brazo robótico 80 mueve el conjunto de inspección óptica 14 alrededor de la lente 2.

- 20 Además, la unidad de procesamiento y control 18 está configurada para procesar las imágenes a fin de identificar la posición del borde exterior 21 con respecto al sistema de referencia espacial y comparar los valores dimensionales obtenidos, es decir, las distancias medidas y la posición identificada del borde exterior 21, con los datos de referencia almacenados en la memoria digital 19. La finalidad de la comparación anterior es verificar si las dimensiones de la lente 2 medidas se encuentran dentro de tolerancias predeterminadas con respecto a la forma de referencia de la lente 2.

Las coordenadas de los puntos de medición 20 relativas al sistema de referencia espacial están predeterminadas según dicha forma de referencia y se almacenan en la memoria digital 19.

- 30 La unidad de procesamiento y control 18 y la unidad de control 13 están físicamente alojadas en el mismo armario, conocido per se y no mostrado.

De acuerdo con otra realización (no mostrada) de la presente invención, la unidad de control 13 está integrada en la unidad de procesamiento y control 18.

- 35 Con referencia a las figuras 1 y 3, cada soporte de verificación 5 está ventajosamente montado sobre la base 4 por medio de un respectivo plato giratorio 22 movido por un respectivo mandril 23 (Figura 3) acoplado cinemáticamente a un respectivo motor eléctrico 24, por ejemplo, por medio de una transmisión por correa 23a. La unidad de procesamiento y control 18 está configurada para controlar el motor 24 y, por lo tanto, la rotación de la placa giratoria 22, de manera sincronizada con el movimiento del conjunto de inspección óptica 14 realizado por el brazo robótico 80.

- 40 La placa giratoria 22 se utiliza para colocar la lente exterior 2, en la medida de lo posible, frente al brazo robótico 80 de tal manera que este último no tenga que moverse demasiado durante el movimiento del conjunto de inspección óptica 14. Así, el brazo robótico 80 puede tener dimensiones relativamente pequeñas mientras que el volumen medible es el mismo. Además, la placa giratoria 22 permite medir eventuales rebajes de la lente 2 que, sin la rotación de la placa, no serían accesibles.

- 50 Cada soporte de verificación 5 puede comprender una pluralidad de montantes 25 y una montura 26, que está soportado por los montantes 25 y, en uso, rodea al menos parcialmente la lente 2 cuando el relativo cuerpo de iluminación 3 se coloca sobre el soporte de verificación 5. La montura 26 tiene una forma que sigue al menos parcialmente el borde exterior de la forma de referencia de la lente 2 y, por lo tanto, en uso, rodea al menos parcialmente el borde exterior 21 de la lente 2 a verificar. En particular, la montura 26 comprende una pluralidad de porciones 27, no necesariamente contiguas como en el ejemplo mostrado, que son homotéticas a correspondientes segmentos de la forma de referencia de la lente 2. El espacio existente, en uso, entre la montura 26 y el borde exterior 21 de la lente 2 define una banda de separación.

- 60 La figura 4 muestra el soporte de verificación 5 de la figura 3 desde una perspectiva diferente y con algunas partes eliminadas para mayor claridad. Con referencia a esta figura, cada soporte de verificación 5 comprende un dispositivo de retroiluminación que consiste en una guía de luz 28 para iluminar desde atrás, o retroiluminar, el borde exterior 21 para aumentar el contraste de las imágenes adquiridas por la cámara 16 para resaltar la línea del borde exterior 21 en las imágenes.

- 65 La guía de luz 28 comprende tramos conformados sensiblemente como los tramos 27 de la montura 26. La guía de luz 28 está montada debajo de un borde superior interno 29 de la montura 26 de tal manera que, cuando se usa, el

borde exterior 21 de la lente 2 queda resaltado por una banda de luz, no necesariamente continua, generada por la guía de luz 28 y colocado, en la banda de separación, al menos entre los tramos 27 de la montura 26 y los segmentos correspondientes del borde exterior 21.

5 Con más detalle, la guía de luz 28 comprende una pluralidad de tiras de LED 30, una para cada tramo 27 de la montura 26, y una respectiva pluralidad de elementos difusores 31, por ejemplo, láminas o aletas de material ópticamente difusor como opalina, de forma oblonga, cada uno de los cuales cubre una respectiva tira de LED 30. Un resalte 32, no necesariamente continuo como se muestra en el ejemplo, sobresale de una cara interior 33 de la montura 26 y se extiende a lo largo de la montura 26. En la cara interior 33 se practica una ranura 34, también no
10 necesariamente continua, que se extiende a lo largo de la montura 26. Las tiras de LED 30 están montadas sobre el resalte 32 y los elementos difusores 31 están montados en consecuencia sobre el soporte de verificación, por ejemplo, en la ranura 34, para superponer la tira de LED a una distancia adecuada. El resalte 32 y la ranura 34 pueden definir medios de soporte para la guía de luz 28.

15 De acuerdo con otra realización (no mostrada) de la presente invención, en el resalte 32 y la ranura 34, el soporte de verificación comprende medios de sujeción que consisten en elementos en forma de C solidarios a la cara interior 33 para sujetar la guía de luz 28.

Con referencia a las figuras 3 y 4, cada soporte de verificación 5 comprende además una pluralidad de elementos de referencia 35 con dimensiones y formas predeterminadas, definidos en respectivas posiciones predeterminadas en el soporte de verificación 5. Más particularmente, estos elementos de referencia 35 se distribuyen regularmente a lo largo del borde exterior de la lente exterior. En la realización mostrada en las figuras, los elementos de referencia 35 están distribuidos a lo largo de una superficie superior externa 36 de la montura 26, de manera que pueden ser detectados, durante una fase de calibración del sistema robótico, por el sensor de distancia 17 mientras este se
20 mueve por el brazo robótico 80, permitiendo esta fase de calibración compensar los errores de posicionamiento del sistema robótico 8.

Las coordenadas de los puntos de posicionamiento de los elementos de referencia 35 con respecto al sistema de referencia espacial se almacenan en la memoria digital 19.

30 La detección de la posición de los elementos de referencia 35, si se repite periódicamente, permite también mantener bajo control la estabilidad del sistema, a través de la comparación con los datos almacenados.

Los elementos de referencia 35 por ejemplo tienen forma de poliedro, preferentemente piramidal como en el ejemplo que se muestra en la figura 3. Según otra realización (no mostrada) de la presente invención, los elementos de referencia tienen forma prismática.

La invención descrita anteriormente se refiere al aparato mostrado en las figuras que comprende un sensor de distancia confocal y una cámara digital para medir distancias desde puntos predeterminados en la superficie de la lente y adquirir imágenes del borde exterior de la lente, respectivamente.

Según una realización alternativa, el conjunto óptico comprende un único sensor de distancia (por ejemplo, un sensor confocal o láser) que, en varios instantes, mide distancias con respecto a la totalidad de la superficie del cuerpo, incluido el borde exterior. A continuación, las medidas tomadas se procesan de forma conocida para obtener
45 información sobre las dimensiones y/o la forma del cuerpo.

De hecho, la posición del borde exterior del cuerpo puede determinarse, en lugar de por medio de una cámara digital, por medio del sensor de distancia (por ejemplo, un sensor confocal o láser) que, mediante un movimiento de escaneo apropiado, adquiere una serie de mediciones de distancia a lo largo de una dirección transversal a la extensión del borde del cuerpo e identifica, en el valor mínimo de distancia detectado, la posición del borde exterior del cuerpo con respecto al sistema de referencia espacial.

El conjunto óptico también puede comprender dos sensores de distancia diferentes (por ejemplo, sensores confocales o láser) que miden distancias en el borde exterior y en el resto de la superficie del cuerpo, respectivamente.

Alternativamente, el conjunto óptico puede comprender incluso una sola cámara digital que adquiera imágenes del borde exterior del cuerpo. En este caso, el aparato también comprende un sensor de distancia (por ejemplo, un sensor confocal o láser) para detectar la posición de los elementos de referencia 35 o áreas de la montura 26 durante la fase de calibración del sistema robótico.

Los elementos de referencia 35 pueden estar definidos en el soporte de verificación 5 (como en la realización descrita e ilustrada anteriormente) y pueden comprender, por ejemplo, otros elementos con características conocidas conectados al soporte de verificación 5, o pueden estar definidos por la propia montura 26 o por partes de la montura 26.

Los datos de referencia almacenados y los valores dimensionales obtenidos pueden comprender medidas de distancia y/o datos de posición relativos al borde exterior del cuerpo a verificar, dependiendo de los componentes (sensor(es) de distancia y/o cámara digital) del conjunto óptico.

El aparato descrito anteriormente tiene un soporte de verificación hecho especialmente para el cuerpo a verificar, que comprende una pluralidad de montantes 25 y una montura 26. También es posible proporcionar un soporte de verificación más sencillo, sin montantes y/o bastidor, adecuado al tipo de carrocería a controlar. En este caso, los elementos de referencia 35 están dispuestos directamente sobre el soporte de verificación, preferiblemente lo más cerca posible de los puntos en los que se toman las medidas. Pueden estar dispuestos, por ejemplo, a lo largo del borde exterior del cuerpo o en otras zonas de la superficie de éste.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para verificar las dimensiones y/o la forma de un cuerpo de forma compleja, o de al menos una parte del mismo, utilizando un aparato de verificación como el descrito anteriormente. En este sentido, la unidad de procesamiento y control 18 está configurada para implementar las etapas funcionales que se describen a continuación, que comprenden en mover el brazo robótico 80 y obtener valores dimensionales relacionados con la parte del cuerpo a verificar, en puntos de medición predeterminados, por medio del conjunto de inspección óptica 14.

El método según la invención se describe, como en el caso del aparato de verificación, con referencia expresa al control de las dimensiones y/o la forma de una lente exterior 2 de un cuerpo de iluminación 3 de un vehículo, sin limitarse, sin embargo, a este caso.

El método de verificación comprende una fase de calibración del sistema robótico, una fase de recopilación (o adquisición) de datos de referencia de la forma de referencia de la lente 2 y una fase real posterior de verificación dimensional.

La fase de recogida de datos de referencia implica la recogida y el almacenamiento en la unidad de memoria 19 de datos de referencia relativos a puntos de medición predeterminados.

Según una realización preferida del procedimiento según la invención, en esta fase de recogida, en primer lugar, se coloca sobre el soporte de verificación 5 un cuerpo maestro con un tramo de referencia que tiene la forma de referencia de la lente 2. El cuerpo maestro puede tener alternativamente varias porciones de referencia que reproducen la forma de referencia de la lente 2. El cuerpo maestro se coloca de tal manera que el tramo de referencia sea completamente visible.

El sistema robótico 8, más particularmente el brazo robótico 80, está controlado para mover el conjunto de inspección óptica 14 con respecto a la parte de referencia, siguiendo un programa de adquisición inicial ejecutado por la unidad de procesamiento y control 18, que utiliza recorridos de verificación y predeterminados. puntos de medición, por ejemplo, los puntos de medición 20 mostrados en la figura 3. Las trayectorias de verificación, que están almacenados en la memoria digital 19, se pueden determinar de manera conocida por medio de un algoritmo matemático desarrollado sobre la base del diseño del proyecto del cuerpo 3 a verificar y cargar en la unidad de procesamiento y control 18. A las trayectorias de verificación determinadas como se ha descrito anteriormente, se aplica una corrección en base a parámetros de compensación locales obtenidos en una fase de calibración del sistema robótico 8, que se explicará en detalle a continuación. En otras palabras, las trayectorias de verificación se determinan teniendo en cuenta los parámetros de compensación locales calculados en la fase de calibración del sistema robótico.

Alternativamente, los recorridos de verificación pueden definirse en un ciclo preliminar en el que el movimiento del brazo robótico 80 es controlado en modo "manual" por un operario que interactúa con la unidad de procesamiento y control 18 por medio de medios de interfaz hombre-máquina que son de per se conocidos y no son mostrados.

La fase de recogida comprende además obtener, por medio del conjunto óptico 14, datos de referencia relativos al tramo de referencia en los puntos de medición 20.

Más particularmente, durante el movimiento del conjunto de inspección óptica 14 a lo largo de la ruta de control, el sensor de distancia 17 mide distancias, o primeras distancias, entre su extremo axial libre 17a y los puntos de medición 20 en la parte de referencia, y la cámara 16 adquiere imágenes, o primeras imágenes, de un borde exterior de la porción de referencia. En particular, el brazo robótico 80 se controla para posicionar el sensor de distancia 17 con su eje óptico sustancialmente perpendicular a la superficie de la porción de referencia en los diversos puntos de medición 20, mientras se obtienen las primeras mediciones.

La unidad de procesamiento y control 18 procesa las primeras imágenes para determinar los primeros datos de posición que identifican el borde exterior del tramo de referencia con respecto al sistema de referencia espacial.

Las primeras distancias y los primeros datos de posición constituyen los datos de referencia relacionados con la forma de referencia y se almacenan en la memoria digital 19.

La fase de verificación dimensional comprende colocar el cuerpo luminoso 3 sobre el soporte de verificación 5 de forma que la lente 2 sea completamente visible. La unidad de procesamiento y control 18 controla el brazo robótico 80 para mover el conjunto de inspección óptica 14 con respecto a la lente 2 a lo largo de los recorridos de verificación ya almacenados en la memoria digital 19.

La fase de verificación dimensional comprende además obtener, por medio del conjunto óptico 14, valores dimensionales relativos a la lente 2 en los puntos de medición 20. Más particularmente, a medida que el conjunto de inspección óptica 14 se mueve a lo largo de las trayectorias de verificación, el sensor de distancia 17 mide distancias, o segundas distancias, entre su extremo axial libre 17a y los puntos de medición 20 en la superficie de la lente 2, y la cámara 16 adquiere imágenes, o segundas imágenes, del borde exterior 21 de la lente 2. La unidad de procesamiento y control 18 ya conoce las trayectorias de verificación y por lo tanto puede controlar el brazo robótico 80 para posicionar el sensor de distancia 17 con su eje óptico perpendicular a la superficie de la lente 2 en los puntos de medición 20.

La unidad de procesamiento y control 18 procesa las segundas imágenes para determinar los segundos datos de posición que identifican el borde exterior 21 de la lente 2 con respecto al sistema de referencia espacial.

En este punto, la unidad de procesamiento y control 18 compara los valores dimensionales obtenidos con los datos de referencia almacenados. Más particularmente, la unidad de procesamiento y control 18 compara las segundas distancias con las primeras distancias y los segundos datos de posición con los primeros datos de posición para, como se ha descrito anteriormente, verificar si las dimensiones medidas de la lente 2 caen dentro de tolerancias predeterminadas con respecto a la forma de referencia de la lente 2.

Según una realización particular de la presente invención, los primeros datos de posición comprenden la anchura de la banda de separación existente entre la montura 26 y el borde exterior de la parte de referencia del cuerpo maestro y los segundos datos de posición comprenden la anchura de la banda de separación entre la montura 26 y el borde exterior 21 de la lente 2. El hecho de que la posición del borde exterior 21 se identifique en función de la anchura de la banda de separación permite eliminar cualquier error de posicionamiento del sistema robotizado 8. De hecho, el error de posicionamiento del sistema robótico, más particularmente del brazo robótico 80, se elimina ya que se aplica a ambos bordes que delimitan la banda de separación (borde superior interno 29 y borde externo 21) visible en las imágenes.

Según otra realización de la presente invención, en la que el soporte de verificación no tiene montura, los primeros datos de posición comprenden la posición absoluta del borde exterior de la parte de referencia del cuerpo maestro y los segundos datos de posición comprenden la posición absoluta del borde exterior 21 de la lente 2.

La banda de luz existente entre la montura 26 y el borde exterior del tramo de referencia del cuerpo maestro o el borde exterior 21 de la lente 2 aumenta el contraste de las imágenes y por lo tanto mejora la identificación de la montura y/o el borde exterior del cuerpo (lente o maestro) colocado sobre el soporte de verificación.

Como se ha indicado anteriormente, el cuerpo de iluminación 3 simplemente se coloca en el relativo soporte de verificación 5. De esta forma, la posición del cuerpo luminoso 3 no se ve alterada durante la fase de verificación dimensional.

El cuerpo a verificar tiene preferentemente sobre el soporte de verificación, la misma posición que tendrá una vez acoplado a otro cuerpo, y este aspecto garantiza una mayor precisión en la medición. En otras palabras, según una realización preferida, el soporte de verificación reproduce la posición que tiene el cuerpo a comprobar cuando montado está acoplado a otros objetos. Ventajosamente, el soporte de verificación 5 comprende unos dispositivos de fijación (no representados) del cuerpo a comprobar, en los puntos de este cuerpo en los que éste quedará fijado al otro cuerpo. En el caso del cuerpo de iluminación 3, los dispositivos de fijación presentes en el soporte de verificación se colocan en los puntos en los que se montará y fijará el cuerpo de iluminación al vehículo.

Las fases de recogida de los datos de referencia y de verificación dimensional se describen anteriormente con referencia al modo de realización mostrado en las figuras que prevé la presencia de un sensor de distancia y una cámara. Sin embargo, es posible implementar el método según la invención también en realizaciones alternativas que prevén la presencia de un solo sensor de distancia o un par de sensores de distancia para realizar mediciones de la superficie del cuerpo a controlar y/o determinar la posición del borde exterior. El método según la invención se aplica también al caso en el que el conjunto óptico comprende sólo una cámara digital para determinar la posición del borde exterior del cuerpo.

Los datos de referencia relativos a los puntos de medida predeterminados que se adquieren durante la fase de recogida comprenden medidas de distancia y/o datos de posición en función de los componentes (sensor(es) de distancia y/o cámara digital) del conjunto óptico.

- 5 El método de verificación según la invención comprende una fase de calibración del sistema robótico 8 que precede a la fase de recogida de los datos de referencia.

Se sabe que el sistema robótico se somete a una calibración estándar para "conectar" el sistema de referencia espacial del sistema robótico 8 al sistema de referencia espacial referido al cuerpo 3 a verificar y corregir los errores de posicionamiento del sistema robótico 8. Sin embargo, debido a imprecisiones mecánicas del sistema robótico, todavía hay un error de posicionamiento residual, que generalmente no es constante con respecto al volumen de trabajo del sistema, pero que normalmente aumenta de forma no lineal a medida que la distancia entre el punto de origen del sistema de referencia y el punto del cuerpo que hay que verificar aumenta. Para que el sistema robótico sea adecuado para su uso en la verificación de dimensiones y/o formas que requieran una precisión extremadamente alta, es necesario eliminar o al menos reducir considerablemente el error de posicionamiento residual en el sistema robótico. Algunos fabricantes de sistemas robóticos proporcionan funciones de compensación adicionales para el sistema robótico que implican insertar en el software del sistema una tabla de corrección para aplicar a cada punto del sistema de referencia espacial. Sin embargo, la corrección así realizada no ofrece suficientes garantías de estabilidad ya que se ve afectada por diversos aspectos externos al sistema, como el desgaste del sistema robótico o de los componentes asociados al mismo, los cambios de temperatura, la forma de la herramienta montada sobre el sistema robótico, la velocidad y/o aceleración a la que está sometido el sistema, o golpes a los que puede estar sometido, por pequeños que sean.

- 25 La fase de calibración incluida en el método según la invención supera las desventajas anteriormente mencionadas y garantiza un posicionamiento preciso del sistema robótico 8 dentro de todo el volumen de trabajo, de modo que pueda usarse para controlar dimensiones y/o forma.

Como se ha indicado anteriormente, la fase de calibración del método según la invención implica definir los elementos de referencia 35 en el soporte de verificación 5, por ejemplo, en la montura 26, siendo medidos dichos elementos de referencia 35, por ejemplo, mediante una máquina medidora de coordenadas, y con características conocidas, tales como orientación, dimensiones y forma. Estos elementos están dispuestos en puntos predeterminados sobre el soporte de verificación 5, preferiblemente cerca de los puntos de medición, y preferiblemente tienen forma poliédrica.

- 35 El brazo robótico 80 se controla para mover el sensor de distancia a lo largo de trayectorias de calibración predeterminadas que difieren de los recorridos de verificación dimensional y, durante este movimiento, adquirir posiciones reales de los elementos de referencia 35 con respecto al sistema de referencia espacial por medio del sensor de distancia 17.

- 40 Las trayectorias de calibración pueden determinarse de forma conocida por medio de un algoritmo matemático desarrollado sobre la base del diseño del proyecto del soporte de verificación 5 y cargado en la unidad de procesamiento y control 18. En este caso, la adquisición de las posiciones reales de los elementos de referencia 35 por parte del sistema robótico 8 es automática.

- 45 Alternativamente, esta adquisición puede ser manual: el movimiento del brazo robótico 80 a lo largo de los recorridos de calibración es controlado en modo manual por un operario que interactúa con la unidad de procesamiento y control 18 utilizando medios de interfaz hombre-máquina.

Más particularmente, el brazo robótico 80 se acerca a los elementos de referencia 35 y para cada uno de ellos mide posiciones y orientaciones de las distintas caras de dicho elemento. Al medir las caras, el sistema robótico 8 obtiene, por procesamiento, información relativa a la ubicación de los planos en los que se encuentran las caras (posiciones y ángulos). Si, por ejemplo, el elemento de referencia es piramidal, es posible calcular, a partir del punto de intersección de los cuatro planos en los que se encuentran las caras de la pirámide, la posición del vértice del elemento.

55 La unidad de procesamiento y control 18 calcula, para cada elemento de referencia 35, parámetros de compensación locales en función de las posiciones predeterminadas y posiciones reales de los elementos de referencia 35 para corregir errores de posicionamiento del sistema robótico 8 con respecto al sistema de referencia espacial.

60 En otras palabras, al comparar los valores detectados por el sistema robótico 8 y las características conocidas de los elementos de referencia 35, es posible obtener los datos para calcular los parámetros de compensación locales y realizar correcciones finas posteriores al sistema de referencia espacial del sistema robótico 8, en zonas próximas a cada elemento de referencia 35, que reducen o eliminan el error residual de posicionamiento. Los parámetros de compensación locales calculados se almacenan preferentemente en una memoria de la unidad de control 13.

La corrección se aplica preferentemente en tiempo real, es decir, no se realiza a posteriori sino que se utiliza para posicionar el sistema robótico 8 en la posición prevista con un error mínimo.

- 5 De esta forma, al disponer varios elementos de referencia 35 en posiciones adecuadas en el volumen de trabajo, y más particularmente cerca de las zonas del cuerpo 3 donde se realizará el control dimensional, es decir, cerca de los puntos de medición, el sistema robótico 8 puede aplicar varias correcciones finas relativas a la posición que adopta el conjunto óptico 14 en el espacio cada vez aplicando correcciones asociadas al elemento de referencia 35 más próximo a la posición de trabajo en ese instante concreto. En otras palabras, el posicionamiento del sistema robótico 8 se corrige aplicando los parámetros de compensación locales asociados al elemento de referencia 35 más cercano a la posición que adopta el conjunto óptico 14 en cada momento.

De hecho, cada parámetro de compensación local se usa localmente, es decir, se usa para convertir coordenadas en un volumen de espacio centrado en un respectivo elemento de referencia 35.

- 15 Los parámetros de compensación local también pueden almacenarse en la memoria digital 19 y utilizarse durante las fases posteriores de recogida de datos de referencia y verificación de las dimensiones de la parte a verificar, por ejemplo, la lente del cuerpo de iluminación. En particular, las distancias primera y segunda desde los puntos de medición 20 se miden y/o los datos de posición primero y segundo se determinan durante las fases de adquisición de datos de referencia y verificación dimensional, teniendo en cuenta estos parámetros de compensación local.

La fase de calibración puede repetirse periódicamente para verificar que las trayectorias seguidas por el brazo robótico 80 son estables en el tiempo. Al llevar a cabo más fases de calibración, es posible verificar la variabilidad de los parámetros de compensación local a lo largo del tiempo.

- 25 Aunque la invención descrita anteriormente hace referencia particular a una realización muy específica, no debe considerarse que se limita a esta realización, sino que abarca todas las variantes, modificaciones o simplificaciones cubiertas por las reivindicaciones adjuntas.

- 30 Por ejemplo, en una solución alternativa, el dispositivo de retroiluminación no está presente. En este caso, el soporte de verificación 5 tiene preferentemente partes de color claro para aumentar el contraste y mejorar la identificación, por parte de la cámara, de la montura y/o del borde exterior del cuerpo a verificar o del cuerpo maestro colocado sobre el soporte de verificación 5.

- 35 También es posible disponer de un conjunto óptico que comprenda una pluralidad de sensores de distancia, por ejemplo, sondas ópticas.

- 40 La principal ventaja del aparato de verificación 1 y el método de verificación relacionado descrito anteriormente es la flexibilidad mejorada, es decir, la mayor simplicidad de reconfiguración del aparato cuando cambia el tipo de cuerpo 3 a controlar. En efecto, en este caso no es necesario proceder con un complicado reajuste de decenas de palpadores mecánicos cada vez que cambia el tipo de carrocería 3 a verificar.

Otra ventaja importante es la posibilidad de adoptar medidas sin tocar la superficie 2 del cuerpo. De hecho, la función de los palpadores se sustituye por el conjunto de inspección óptica 14 movido por el brazo robótico 80.

- 45

REIVINDICACIONES

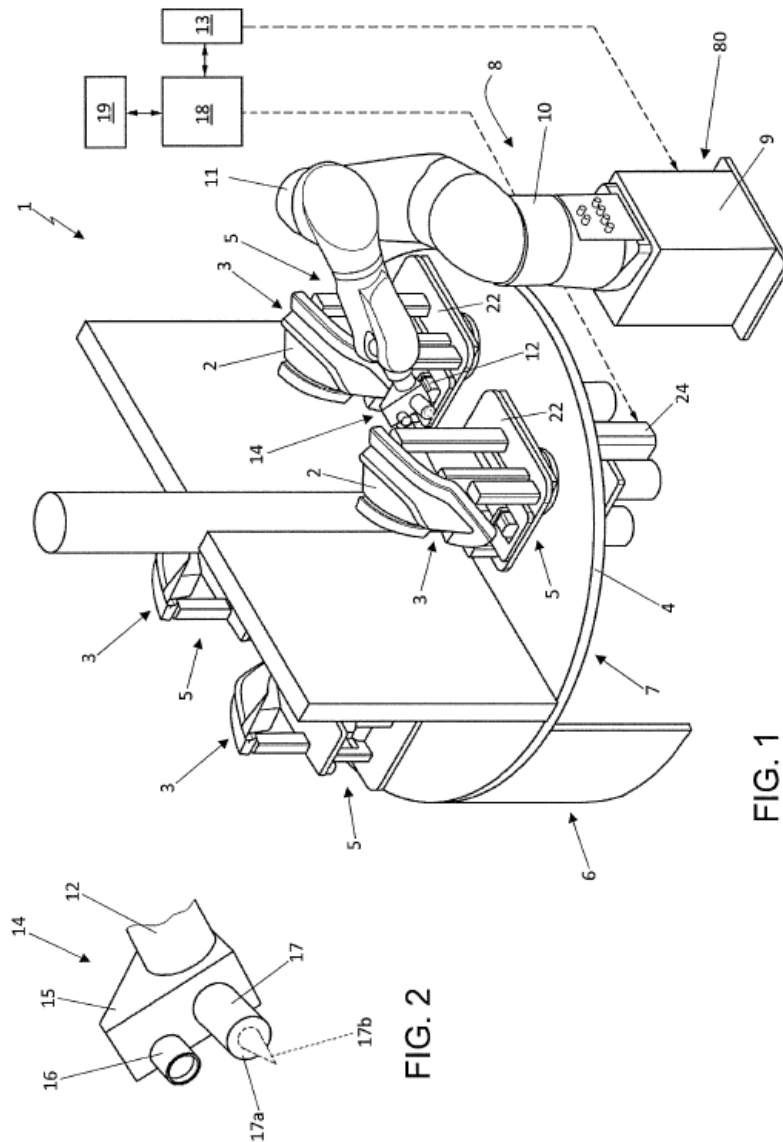
1. Aparato (1) para la verificación sin contacto de las dimensiones y/o la forma de un cuerpo de forma compleja (3), que comprende:
 - 5 - un soporte de verificación (5), que está adaptado para soportar el cuerpo (3) a comprobar;
 - un sistema robótico (8) que incluye un cojinete móvil (12);
 - un conjunto óptico (14) montado sobre el cojinete móvil (12);
 - una unidad de memoria (19) para almacenar datos de referencia relacionados con una forma de referencia del cuerpo (3) a verificar;
 - 10 - una unidad de procesamiento y control (18) configurada para controlar dicho sistema robótico (8) para mover dicho conjunto óptico (14) con respecto al cuerpo (3) a verificar, obtener por medio del conjunto óptico (14) valores dimensionales en puntos de medición predeterminados (20), y comparar dichos valores dimensionales con dichos datos de referencia;
 - elementos de referencia (35) que tienen características conocidas y están definidos en el soporte de verificación (5) en posiciones predeterminadas; y
 - 15 - un sensor de distancia (17) para adquirir posiciones reales de dichos elementos de referencia (35) con respecto a un sistema de referencia espacial;estando adaptada la unidad de procesamiento y control (18) para calcular, para cada uno de los elementos de referencia (35), parámetros de compensación locales en función de dichas posiciones predeterminadas y posiciones reales de los elementos de referencia (35) para corregir errores de posicionamiento de dicha robótica sistema (8) con respecto a dicho sistema de referencia espacial.
- 20
2. Aparato (1) según la reivindicación 1, en el que los elementos de referencia (35) están situados cerca de los puntos de medición (20).
- 25
3. Aparato (1) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el conjunto óptico (14) comprende el sensor de distancia (17).
4. Aparato (1) según la reivindicación 3, en el que el sensor de distancia (17) mide distancias de dichos puntos de medición (20) en el cuerpo (3) a verificar durante el movimiento del conjunto óptico (14), comparando la unidad de procesamiento y control (18) dichas distancias con dichos datos de referencia.
- 30
5. Aparato (1) según la reivindicación 4, en el que el sensor de distancia (17) mide distancias con respecto a un borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar realizando un movimiento de escaneo a lo largo de una dirección transversal a la extensión del borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar en los puntos de medición (20) durante el movimiento del conjunto óptico (14), procesando la unidad de procesamiento y control (18) dichas distancias medidas para identificar la posición del borde exterior (21) con respecto al sistema de referencia espacial y comparando la posición identificada con dichos datos de referencia.
- 35
6. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el conjunto óptico (14) comprende una cámara (16) que adquiere imágenes de un borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar durante el movimiento del conjunto óptico (14), procesando la unidad de procesamiento y control (18) dichas imágenes para identificar la posición del borde exterior (21) con respecto al sistema de referencia espacial y comparando la posición identificada con dichos datos de referencia.
- 40
7. Aparato (1) según la reivindicación 6, en el que dicho conjunto óptico (14) comprende un montante (15) montado sobre el cojinete móvil (12) y dicho sensor de distancia (17) y cámara (16) están fijados al montante (15) de tal forma que sus ejes ópticos son paralelos entre sí.
- 45
8. Aparato (1) según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que dicho soporte de verificación (5) comprende medios de retroiluminación (28) colocados de manera que retroiluminen dicho borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar para aumentar el contraste de dichas imágenes del borde exterior (21).
- 50
9. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho soporte de verificación (5) comprende una montura (26), que tiene al menos una parte de la montura que es sustancialmente homotética a un correspondiente segmento de un borde de dicha forma de referencia.
- 55
10. Aparato (1) según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 8, en el que los medios de retroiluminación (28) están montados debajo de un borde superior interno (29) de dicha montura (26) de tal manera que, cuando se usa, el borde exterior (21) de la carrocería (3) a verificar se destaca mediante una banda luminosa generada por dichos medios de retroiluminación (28) y se coloca al menos entre dicha parte del marco (27) y un segmento correspondiente de dicho borde exterior (21).
- 60
11. Aparato (1) según la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en el que los elementos de referencia (35) están definidos por la montura (26).
- 65

12. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos de referencia (35) tienen forma poliédrica.
- 5 13. Aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y que incluye al menos una placa giratoria motorizada (22) sobre el que se monta dicho soporte de verificación (5); dicha unidad de procesamiento y control (18) estando configurada para controlar la rotación de dicha placa motorizada (22) de manera sincronizada con el movimiento del conjunto óptico (14).
- 10 14. Método para la verificación sin contacto de las dimensiones y/o forma de un cuerpo de forma compleja (3) por medio de un aparato de verificación (1) que incluye un soporte de verificación (5) adaptado para soportar el cuerpo (3) a comprobar, un robot (8), un conjunto óptico (14) montado en el sistema robótico (8), una unidad de memoria (19), una unidad de procesamiento y control (18) y un sensor de distancia (17), comprendiendo el método:
- 15 - una fase de calibración del sistema robótico (8) que comprende:
- 15 - definir sobre el soporte de verificación (5) en posiciones predeterminadas una pluralidad de elementos de referencia (35) con características conocidas;
- controlar dicho sistema robótico (8) para mover el sensor de distancia (17) a lo largo de trayectorias de calibración predeterminadas;
- 20 - recoger por medio de dicho sensor de distancia (17) posiciones reales de dichos elementos de referencia (35) con respecto a un sistema de referencia espacial; y
- calcular para cada uno de los elementos de referencia (35) parámetros de compensación locales en función de las posiciones predeterminadas y las posiciones reales de dichos elementos de referencia (35) para corregir errores de posicionamiento de dicho sistema robótico (8) con respecto a dicho sistema de referencia espacial;
- una fase de recogida de datos de referencia que comprende:
- 25 - recoger y memorizar en dicha unidad de memoria (19) datos de referencia relacionados con puntos de medición predeterminados (20); y
- una fase de verificación dimensional de dicho cuerpo (3) a verificar que comprende:
- colocar dicho cuerpo (3) sobre dicho soporte de verificación (5);
- controlar dicho sistema robótico (8) para mover el conjunto óptico (14) con respecto a dicho cuerpo (3) a verificar a lo largo de trayectorias de verificación;
- 30 - obtener valores dimensionales de dicho cuerpo (3) a ser comprobados en dichos puntos de medición (20) por medio del conjunto óptico (14); y
- comparar dichos valores dimensionales con los datos de referencia;
- 35 dicha fase de recogida de datos de referencia y fase de verificación dimensional del cuerpo (3) a verificar teniendo en cuenta dichos parámetros de compensación locales.
15. Método según la reivindicación 14, en el que se corrige el posicionamiento del sistema robótico (8) aplicando los parámetros de compensación local asociados al elemento de referencia (35) más cercano a la posición que toma en cada momento el conjunto óptico (14).
- 40 16. Método según la reivindicación 14 o reivindicación 15, en el que el conjunto óptico (14) incluye un sensor de distancia (17), midiendo dicho sensor de distancia (17) distancias de dichos puntos de medición predeterminados (20) en dicho cuerpo (3) a verificar, y los valores dimensionales obtenidos comprenden dichas distancias.
- 45 17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el conjunto óptico (14) incluye una cámara (16) que adquiere imágenes de un borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar, siendo dichas imágenes procesadas para determinar datos de posición que identifican el borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar con respecto a dicho sistema de referencia espacial, y los valores dimensionales obtenidos que comprenden dichos datos de posición.
- 50 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, donde la fase de recogida de datos de referencia comprende:
- colocar sobre dicho soporte de verificación (5) un cuerpo maestro que tiene un tramo de referencia con una forma de referencia;
- 55 - controlar dicho sistema robótico (8) para mover el conjunto óptico (14) con respecto a dicho tramo de referencia a lo largo de las trayectorias de verificación predeterminadas;
- obtener dichos datos de referencia en los puntos de medición predeterminados (20) en dicho tramo de referencia por medio de dicho conjunto óptico (14).
- 60 19. Método según la reivindicación 19, en el que los datos de referencia adquiridos durante la fase de adquisición comprenden distancias medidas de dichos puntos de medición (20) en dicho tramo de referencia del cuerpo maestro por medio de dicho sensor de distancia (17).

20. Método según la reivindicación 18 cuando depende de la reivindicación 17, en el que los datos de referencia adquiridos durante la fase de recogida comprenden datos de posición que se obtienen procesando imágenes de un borde exterior de dicho tramo de referencia, siendo dichas imágenes adquiridas por dicha cámara (16).

- 5 21. Método según la reivindicación 20, en el que el soporte de verificación (5) incluye una montura (26), que tiene al menos una parte de la montura que es sustancialmente homotética a un segmento correspondiente de un borde de dicha forma de referencia, dichos datos de posición relacionados con el exterior borde del tramo de referencia incluyen la anchura de una banda de separación entre dicha montura (26) y dicho borde exterior de dicho tramo de referencia del cuerpo maestro y dichos datos de posición relacionados con el borde exterior (21) del cuerpo (3) a
10 verificar incluyen la anchura de una banda de separación entre dicha montura (26) y dicho borde exterior (21) del cuerpo (3) a verificar.

22. Método según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, en el que los recorridos de verificación se determinan teniendo en cuenta los parámetros de compensación locales que se calculan en la fase de calibración del sistema
15 robótico (8).



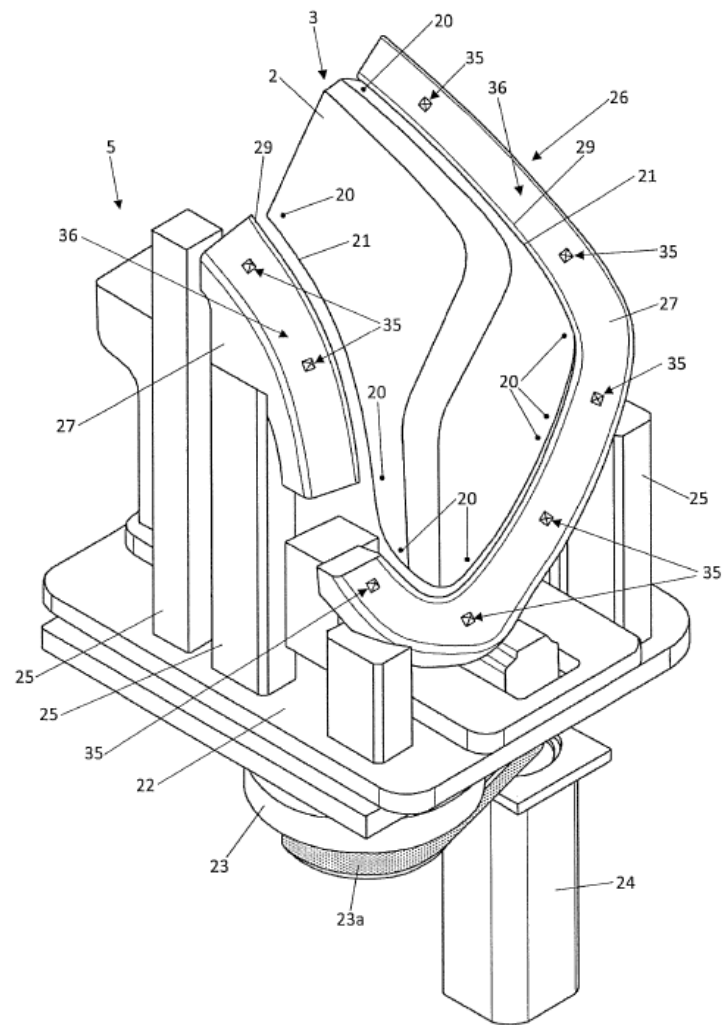


FIG. 3

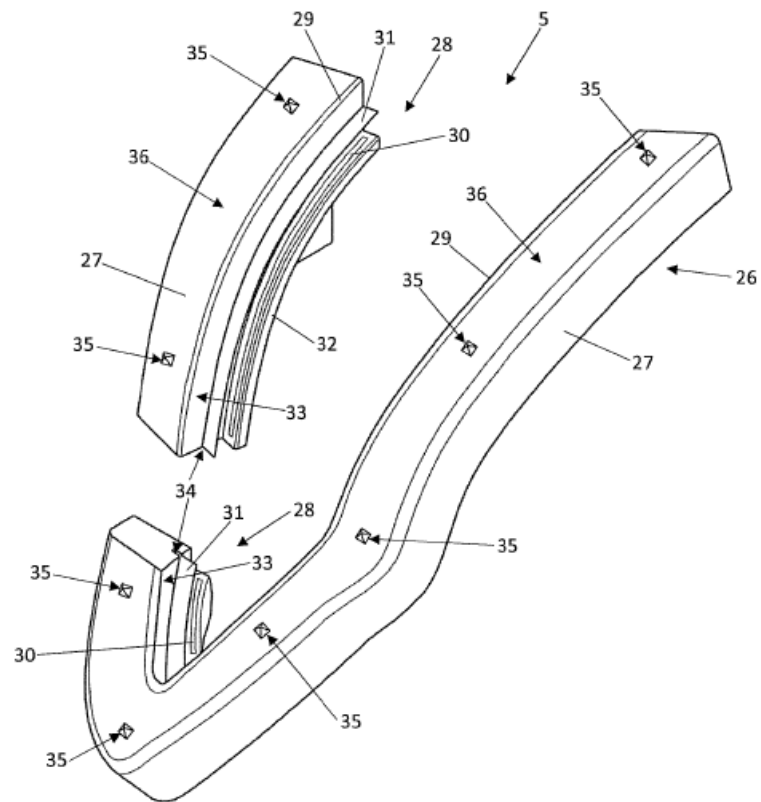


FIG. 4