

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 494**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01B 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.05.2005 PCT/EP2005/004796**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2005 WO05108020**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2005 E 05741352 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 1761363**

54 Título: **Dispositivo auxiliar y procedimiento para colocar a medida una disposición de medición óptica que se puede montar en un manipulador**

30 Prioridad:

04.05.2004 DE 102004021892

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

13.04.2018

73 Titular/es:

**KUKA ROBOTER GMBH (100.0%)
ZUGSPITZSTRASSE 140
86165 AUGSBURG, DE**

72 Inventor/es:

**IBACH, THOMAS;
LAUBEL, BERNHARD;
LESKOVAR, MATEJ;
LINNENBAUM, HOLGER y
PASKUDA, MARTIN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 663 494 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

Dispositivo auxiliar y procedimiento para colocar a medida una disposición de medición óptica que se puede montar en un manipulador

- 5 La invención se refiere a un dispositivo auxiliar y a un procedimiento para la colocación a medida de una disposición de medición óptica que puede montarse en un manipulador.

10 Por el documento US6321137B1 se dio a conocer un sensor óptico guiado por robot, con cuya ayuda en el entorno de producción pueden medirse piezas de trabajo, por ejemplo carrocerías de vehículos, en una o varias zonas de medición. El sensor óptico está fijado a la mano de robot y, con la ayuda del robot, se posiciona con respecto a la pieza de trabajo en zonas de medición seleccionadas. El uso de un sensor óptico ofrece la ventaja de que un sensor de este tipo mide sin contacto y, por tanto, se caracteriza, frente a un sensor táctil, por una velocidad de medición sensiblemente más alta y por una menor sensibilidad a las vibraciones, por lo que son posibles mediciones rápidas y robustas en el entorno de producción. Un posicionamiento del sensor óptico con la ayuda de un robot ofrece la ventaja adicional de una alta flexibilidad y de costes reducidos; además, con la ayuda del posicionamiento por robot se consiguen una buena reproducibilidad y una buena precisión de los resultados de medición.

15 Sin embargo, el requisito para ello es que antes del servicio de medición en sí se realice una colocación a medida de alta precisión del sistema general, compuesto por un robot y un sensor óptico. Generalmente, se calibra en primer lugar el robot, de tal forma que se determinan sus errores de eje y se compensan con la ayuda del control. Además, se calibra el sistema de sensor óptico, durante lo que se compensan errores de la óptica de sensor y se determina la posición del sistema de coordenadas de sensor con respecto a un punto de referencia exterior, por ejemplo la carcasa de sensor. Además, es necesario establecer la relación entre la posición del sistema de coordenadas de sensor y la posición del sistema de coordenadas de robot, para poder determinar la posición de puntos de medición del sensor en el sistema de coordenadas de robot. En el documento US6321137B1 se propone para ello mover el sensor óptico con la ayuda del robot a diferentes posiciones espaciales con respecto a un cuerpo de referencia y realizar a partir de los datos de medición de sensor del cuerpo de referencia, obtenidos en estas posiciones espaciales, una colocación a medida del sistema general. Sin embargo, empíricamente se consigue sólo una precisión relativamente baja que para muchas aplicaciones en el campo de producción, especialmente para mediciones en carrocerías (brutas de vehículos) es insuficiente.

20 El documento WO01/00370A1 da a conocer un procedimiento para la colocación a medida en múltiples etapas de robots de múltiples ejes y de dispositivos de medición ópticos guiados por estos, calibrándose sucesivamente el dispositivo de medición óptica con su punto de trabajo, el manipulador con sus ejes, y después, la asignación del manipulador a la pieza de trabajo. Un procedimiento de este tipo es complicado.

25 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo auxiliar y un procedimiento, con cuya ayuda el proceso de colocación a medida de una disposición de medición óptica guiada por robot pueden realizarse de forma rápida y reproducible. El objetivo se consigue según la invención mediante las características de las reivindicaciones 1 y 3. La disposición de medición óptica presenta un sensor óptico que con la ayuda de un distanciador está fijado a un robot, estando previstas marcas de medición en el distanciador y/o la carcasa de sensor. Estas marcas de medición están formadas por ejemplo por bolas de acero, cuyos puntos centrales pueden determinarse con alta precisión con la ayuda de un medio de medición táctil, especialmente mediante el sensor de medición de una máquina de medición de coordenadas. Alternativamente, las marcas de medición pueden estar formadas por retrorreflectores, lo que permite una medición de alta precisión de la posición de estas marcas de medición con la ayuda de un seguidor láser. En una forma de realización especialmente ventajosa, las marcas de medición son bolas retrorreflectantes, lo que permite tanto una medición táctil como una medición óptica de las posiciones de estas marcas de medición. Convenientemente, estas bolas están fijadas a la disposición de medición óptica de forma separable de tal manera que se pueden retirar (durante el servicio de medición), pero para una colocación a medida o una medición de comprobación se pueden disponer de manera reproducible con alta precisión en la disposición de medición óptica.

30 Para colocar a medida el sensor óptico, según la invención se emplea un dispositivo auxiliar que puede fijarse a la disposición de medición óptica de manera ventajosa de una manera altamente reproducible. El dispositivo auxiliar presenta un objetivo de sensor que está dispuesto en el dispositivo auxiliar de tal manera que en la posición ensamblada del dispositivo auxiliar con la disposición de medición óptica se encuentra en un espacio de medición del sensor óptico. Además, el dispositivo auxiliar según la invención está provisto de marcas de medición.

35 La colocación a medida de la disposición de medición óptica comprende una determinación de la posición del sistema de coordenadas de sensor (también llamado TCP = Tool Center Point / punto central de herramienta) con

respecto a las marcas de medición fijadas sobre la disposición de medición. Para ello, el dispositivo auxiliar se fija a la disposición de medición óptica. Entonces, con la ayuda del sensor óptico se realizan una o varias mediciones del objetivo de sensor del dispositivo auxiliar, a partir de las que se determina la posición del objetivo de sensor en el sistema de coordenadas de sensor. Además, usando una disposición de medición (óptica o táctil) adicional se determinan la posición espacial de la disposición de medición óptica y la posición espacial de las marcas de medición del dispositivo auxiliar. A partir de una combinación de las mediciones del dispositivo de medición adicional y las mediciones del sensor se calcula la posición del sistema de coordenadas de sensor de la disposición de medición óptica con respecto a las marcas de medición.

Una determinación con alta precisión de la posición espacial del dispositivo auxiliar con respecto a las marcas de medición de la disposición de medición óptica se consigue mediante las marcas de medición del dispositivo auxiliar. Mediante una disposición adecuada de las marcas de medición en la disposición de medición óptica y en el dispositivo auxiliar se puede determinar con alta precisión la posición espacial del sistema de coordenadas de sensor con respecto a las marcas de medición de la disposición de medición óptica. Esta colocación a medida de la disposición de medición óptica puede realizarse en un espacio de medición, por ejemplo en un aparato de medición de coordenadas (táctil). Pero como el dispositivo auxiliar usado para la colocación a medida es pequeño, ligero, manejable y robusto, la colocación a medida también puede realizarse directamente en el entorno de fábrica en un robot, en cuya mano de robot puede montarse la disposición de medición óptica. Entonces, las marcas de medición fijadas sobre la disposición de medición óptica adicionalmente pueden usarse para determinar con alta precisión, por ejemplo con la ayuda de un seguidor láser, la posición espacial de la disposición de medición óptica con respecto al sistema de coordenadas de robot y, de esta manera, detectar o compensar los errores o las imprecisiones en la transformación de los valores de medición de sensor en el sistema de coordenadas de robot.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de un ejemplo de realización representado en los dibujos. Muestran:

la figura 1, una vista esquemática de una disposición de medición óptica guiada por robot, que en sí no es parte de la invención;

la figura 2, una representación esquemática de un dispositivo auxiliar según la invención para la colocación a medida de la disposición de medición óptica de la figura 1.

La figura 1 muestra una representación esquemática de una disposición de medición óptica 1 con un sensor óptico 2 que está fijado a un distanciador 3. El distanciador 3 presenta una brida 4, con cuya ayuda la disposición de medición óptica 1 puede montarse en una mano de robot 5 de un manipulador de múltiples ejes, especialmente de un robot industrial 6 de seis ejes. Para el almacenamiento y la evaluación de los datos de medición del sensor óptico 2 está prevista una unidad de evaluación 7. El robot 6 está conectado a una unidad de control de robot 8 para el control de movimiento de la mano de robot 5. Antes del servicio de medición, el robot 6 se calibra, de tal forma que se determinan sus errores de eje y se compensan con la ayuda de la unidad de control 8. Durante el servicio de medición, con la ayuda del sensor óptico 2 se obtienen valores de medición, siendo generados estos valores de medición en un sistema de coordenadas de sensor 10 (movido junto con la disposición de medición óptica 1). Para poder transformar los valores de medición en un sistema de coordenadas de robot 11 fijo en el espacio o un sistema de coordenadas 12 del objeto de medición 9, tiene que ser conocida la posición espacial del sistema de coordenadas de sensor 10 en el sistema de coordenadas de robot 11 en función del movimiento de la mano de robot 5. Para ello, es necesario "colocar a medida" la disposición de medición óptica 1.

Para ello, según la invención se usa el dispositivo auxiliar 13 representado en la figura 2. Está realizado en forma de unas "gafas" que se le ponen a la disposición de medición óptica 1 para el proceso de colocación a medida y, por tanto, comprende una zona de fijación 14, con cuya ayuda puede fijarse a la carcasa 2' del sensor 2. Para garantizar una fijación reproducible del dispositivo auxiliar con respecto al sensor 2, la carcasa de sensor 2' de manera ventajosa está provista de topes 15 que definen la posición relativa de la zona de fijación 14 con respecto a la carcasa de sensor 2'. En el dispositivo auxiliar 13 está dispuesto un objetivo de sensor 16 de tal manera que, cuando el dispositivo auxiliar 13 se ha colocado sobre el sensor 2, se encuentra en el volumen de medición 17 del sensor óptico 2. El objetivo de sensor 16 presenta características geométricas 18, 19 que permiten un cálculo rápido y altamente preciso con respecto al objetivo de sensor 16. Estas características geométricas 18, 19 están adaptadas al principio de medición del sensor óptico 2. El sensor óptico 2 del presente ejemplo de realización es capaz de generar por una parte (con la ayuda del procedimiento de sección luminosa) puntos de medición tridimensionales y, por otra parte, detectar (con la ayuda de una evaluación de imagen en escala de grises) características bidimensionales. En este caso, como se indica en la figura 2, el objetivo de sensor 16 comprende uno o varios niveles de altura 18 (cuya posición espacial se puede medir con la ayuda del procedimiento de sección luminosa). Además, el objetivo de sensor 16 comprende varios taladros 19 (cuyos puntos centrales pueden calcularse mediante el procesamiento de imágenes de las imágenes en escala de grises). De esta manera, se

5 puede determinar con alta precisión la posición espacial y angular del objetivo de sensor 16 en el sistema de coordenadas de sensor 10. Para poder determinar en el marco de la colocación a medida de la disposición de medición óptica 1 con la ayuda de un disposición de medición 21 fijo en el espacio, por ejemplo un seguidor láser 28, la posición espacial del dispositivo auxiliar 13, el dispositivo auxiliar 13 debe estar provisto de marcas de medición 22' accesibles para una medición por el dispositivo de medición 21 fijo en el espacio. Dichas marcas de medición 22' pueden estar formadas por ejemplo por bolas retrorreflectantes 27', cuyas posiciones relativas con respecto al objetivo de sensor 16 se determinan en un proceso calibrador (realizado antes del procedimiento de colocación a medida de la disposición de medición óptica 1) con la ayuda de una máquina de medición de coordenadas táctil. Alternativamente, estas marcas de medición 22' pueden estar formadas de manera que los taladros 19 del objetivo de sensor 16 están realizados como taladros de paso, de tal forma que la posición de los taladros 19 se determinan mediante una medición por medio del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio, y de esta medición se puede deducir la posición del objetivo de sensor 16 (con la condición de que se conozcan el espesor de pared 29 local de dispositivo auxiliar 13 y la altura de nivel 18 del objetivo de sensor 16.

15 Para la colocación a medida de la disposición de medición óptica 1, el dispositivo auxiliar 13 se coloca sobre la disposición de medición óptica 2 (fijada a la mano de robot 5). En este estado se realizan tres mediciones:

1. Con la ayuda del sensor 2 se realizan mediciones del objetivo de sensor 16, a partir de las que se determina la posición espacial del sistema de coordenadas de sensor 10 con respecto al objetivo de sensor 16.

20 2. Con la ayuda del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio se realizan mediciones de las marcas de medición 22' del dispositivo auxiliar 13, a partir de las que se calculan la posición espacial del dispositivo auxiliar 13 (y por tanto, también la posición del objetivo de sensor 16 unido fijamente al dispositivo auxiliar 13) en un sistema de coordenadas 20 del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio.

25 3. Con la ayuda del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio se determina la posición espacial de la disposición de medición óptica 1 en el sistema de coordenadas 20 del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio. Para ello, sobre la disposición de medición óptica 1 están previstas marcas de medición 22, que están accesibles para una medición por el dispositivo de medición 21 fijo en el espacio. En el presente ejemplo de realización, en el que el dispositivo de medición 21 fijo en el espacio es un seguidor láser, estas marcas de medición 22 están formadas por bolas retrorreflectantes 27 fijadas sobre el distanciador 3 y la carcasa 2' del sensor óptico 2. Para la fijación de las bolas retrorreflectantes 27, en el distanciador 3 y en la carcasa de sensor 2' están previstos taladros roscados 24 en los que se enroscan los llamados "nidos" 25. Los "nidos" 25 están realizados como discos anulares en los que pueden insertarse las bolas retrorreflectantes 27 de forma reproducible en una posición definida con alta precisión. Los "nidos" 25 están provistos de elementos magnéticos, de manera que las bolas retrorreflectantes 27 quedan fijadas y sujetas de forma segura en los "nidos" 25, independientemente de la orientación espacial de los "nidos" 25. En la representación de la figura 2, sólo algunos taladros roscados 24 están dotados de "nidos" 25, y sólo algunos de estos "nidos" 25 están representados con bolas retrorreflectantes 27 fijadas en estos. Como sabe el experto, el número y la posición de las marcas de medición 22 tienen una gran influencia en la precisión con la que se puede determinar la posición espacial de la disposición de medición óptica con respecto al sistema de coordenadas 20 del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio. Por lo tanto, una elección esmerada de las marcas de medición 22 es decisiva para la calidad del resultado de colocación a medida.

45 A partir de una combinación de las mediciones 1., 2. y 3. se puede determinar con alta precisión la posición del sistema de coordenadas de sensor 10 con respecto a las marcas de medición 22 fijadas sobre la disposición de medición óptica 1. Si ahora la disposición de medición óptica 1 se mueve a diferentes posiciones espaciales con la ayuda del robot 6, para cada una de estas posiciones espaciales, de una medición de las marcas de medición 22 se puede deducir la posición actual del sistema de coordenadas de sensor 10. Una vez que el dispositivo de medición 21 fijo en el espacio se ha calibrado al sistema de coordenadas 12 del objeto de medición 9, se puede calcular la posición actual del sistema de coordenadas de sensor 10 (y, por tanto, la posición espacial de los datos de medición obtenidos por el sensor 2) en el sistema de coordenadas 12 del objeto de medición 9 (p.ej. en un sistema de coordenadas de un vehículo). Por lo tanto, convenientemente, antes de comenzar el servicio de medición actual, con la ayuda del dispositivo de medición 21 fijo en el espacio y de las marcas de medición 22 se puede colocar a medida la posición espacial de la disposición de medición óptica 1 para todas aquellas posiciones espaciales en las que durante el servicio de medición deben realizarse mediciones del objeto de medición 9.

55 La colocación de las bolas retrorreflectantes 27 en "nidos" 25 magnéticos ofrece la ventaja de que las bolas retrorreflectantes 27 pueden retirarse durante el servicio de medición; de esta manera, durante el servicio de medición se reducen el peso de la disposición de medición óptica 1 y, por tanto, la sollicitación de la mano de robot 5; además, se reduce la necesidad de espacio de la disposición de medición óptica 1. Si durante el servicio e medición (p.ej. a causa de una colisión del robot de medición 6) hiciese falta otra colocación a medida de la disposición de medición óptica 1 o del robot de medición 6, las bolas retrorreflectantes 27 pueden insertarse en

cualquier momento de manera reproducible en los “nidos” 25.

5 Además de la realización antes descrita de las marcas de medición 22 como bolas retrorreflectantes 27 es posible cualquier otra forma de marcas de medición 22. Además, la detección de las marcas de medición 2 realizada con la ayuda del seguidor láser 28 durante la colocación a medida puede sustituirse por cualquier otro procedimiento de medición óptica o táctil.

10 El dispositivo auxiliar 13 puede emplearse para disposiciones de medición óptica 1 con diferentes principios de medición, especialmente para sensores de sección luminosa, cámaras CCD con procesamiento de imágenes en escala de grises, sensores de proyección de franjas etc.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.-** Dispositivo auxiliar (13) para la colocación a medida de una disposición de medición óptica (1) que puede montarse en un manipulador (6), en el cual el dispositivo auxiliar (13) presenta una zona de fijación (14) para la fijación del dispositivo auxiliar (13) con respecto a la disposición de medición óptica (1), y un objetivo de sensor (16) que está dispuesto sobre el dispositivo auxiliar (13) de tal manera que en la posición ensamblada del dispositivo auxiliar (13) con la disposición de medición óptica (1) se encuentra en un espacio de medición (17) del sensor óptico (2), y en el cual el dispositivo auxiliar está provisto de marcas de medición (22').
- 10 **2.-** Dispositivo auxiliar según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las marcas de medición (22') están realizadas como elementos retrorreflectantes (27').
- 15 **3.-** Procedimiento para la colocación a medida de una disposición de medición óptica (1) que se puede montar en un manipulador (6) y sobre la que están previstas marcas de medición (22), con los siguientes pasos de procedimiento:
- 20 a la disposición de medición óptica (1) se fija un dispositivo auxiliar (13) según las reivindicaciones 1 ó 2, con la ayuda del sensor (2) se producen valores de medición del objetivo de sensor (16) del dispositivo auxiliar (13),
- 25 con la ayuda de un disposición de medición (21) adicional se determinan la posición espacial de las marcas de medición (22) de la disposición de medición óptica y la posición espacial de las marcas de medición (22') del dispositivo auxiliar (13),
- a partir de una combinación de las mediciones del dispositivo de medición (21) adicional y de las mediciones del sensor (2) se determina la posición relativa de un sistema de coordenadas de sensor (10) con respecto a las marcas de medición (22) de la disposición de medición óptica (1).
- 30 **4.-** Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** el dispositivo de medición adicional es un seguidor láser (28).
- 35 **5.-** Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** durante la realización del procedimiento de colocación a medida, la disposición de medición óptica (1) está montada en el manipulador (6).

