



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 381 350**

(21) Número de solicitud: 201001410

(51) Int. Cl.:

G01B 11/02 (2006.01)

G01S 17/32 (2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación: **29.10.2010**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2012**

(43) Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
25.05.2012

(71) Solicitante/s: **Universidad de Málaga**
Plaza de El Ejido, s/n
29071 Málaga, ES

(72) Inventor/es: **Pequeño Boter, Alejandro;**
Morales Rodríguez, Jesús;
Martínez Rodríguez, Jorge Luis;
García Cerezo, Alfonso José;
Mandow Andaluz, Antonio;
Fernández Lozano, Juan Jesús y
Reina Terol, Antonio Jesús

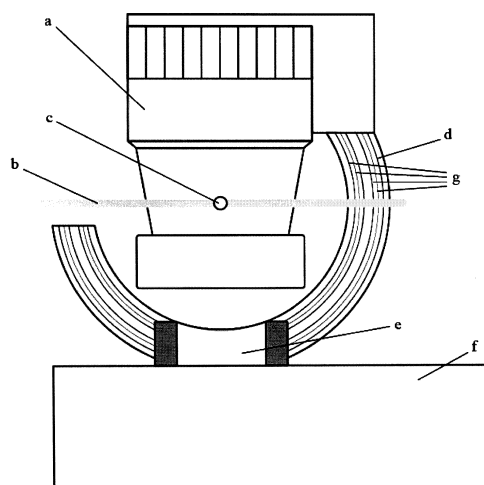
(74) Agente/Representante:
No consta

(54) Título: **Telómetro 3D y procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telómetro láser 2D alrededor de su centro óptico.**

(57) Resumen:

Telómetro láser 3D y procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telómetro láser 2D alrededor de su centro óptico manteniendo su máximo campo de visión. El telómetro láser 2D (a) rota a velocidad constante mediante un servo-motor dotado de codificador angular situado en una base (f), que hace cabecear el telómetro láser 2D en torno a su centro óptico (c). Así se mantiene el mínimo rango de distancias del telómetro láser 2D, se evita la calibración de la distancia al centro de rotación y se reduce el tiempo de toma de medidas. La adquisición de distancias se realiza de forma sincronizada con los ángulos del eje del motor y de inclinación del aparato. Ello permite obtener las coordenadas Cartesianas, respecto de un sistema de referencia situado en el centro óptico y con uno de sus ejes alineado con la gravedad, de los rangos asociados a los puntos detectados.

Figura 1



DESCRIPCIÓN

Telómetro 3D y procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telómetro láser 2D alrededor de su centro óptico.

Campo de la invención

La presente invención se refiere al sector de sensores de distancia industriales. Concretamente se puede encuadrar dentro de los telómetros láser tridimensionales (3D) basados en telómetros láser bidimensionales (2D).

Antecedentes de la invención

Obtener datos tridimensionales (3D) resulta de gran interés en diversos campos industriales, como la robótica o los sistemas de producción. Una posibilidad es el empleo de telómetros láser 3D como los usados habitualmente en topografía (por ejemplo [1]). No obstante, estos sistemas presentan un elevado coste, peso y lentitud de adquisición de datos. Una alternativa es usar telómetros láser 2D comerciales servo-controlados para obtener datos 3D (por ejemplo [2]).

Sin embargo, en estos sistemas obtenidos por modificación de telómetros 2D, la rotación extra no está centrada en el centro óptico del telómetro láser 2D, esto es, el centro del espejo rotatorio del mismo (por ejemplo [3]). Esto ocasiona que aumente la distancia mínima de detección del telómetro láser 3D, lo que en ámbitos como la robótica puede ser un grave inconveniente, al poder darse el caso de que no se detecten obstáculos cercanos al robot. Además, se complica la obtención de las coordenadas Cartesianas de los puntos láser, ya que aparece una distancia entre el centro óptico y el de rotación que resulta necesario calibrar con precisión. Este problema no aparecería si se usara el centro óptico del sensor láser 2D como centro de rotación, ya que cada fabricante tiene bien especificada su situación en sus aparatos. Existe algún precedente de sistemas que hacen girar el láser 2D en torno al centro óptico (por ejemplo [4]), pero el giro que aplican es de alabeo. Este giro de alabeo conlleva una distribución de puntos en el espacio menos útil que si el giro fuese de cabeceo, ya que quedan menos cubiertas las áreas periféricas. Por este motivo, se hace menos segura la rápida detección de móviles cercanos al aparato. Además, la información obtenida ofrece una peor correspondencia con la proporcionada por cámaras de vídeo. Estos problemas limitan su utilización en varios campos, como por ejemplo la robótica móvil o la detección de obstáculos.

Otra opción diferente es la adición al sensor láser 2D de un espejo exterior servo-controlado (por ejemplo [5]). Este tipo de sistemas, aunque más sencillos desde el punto de vista mecánico, conllevan reducir el campo de visión del barrido bidimensional, con lo que el sistema resultante queda limitado. Además, también requiere la calibración de la distancia del centro del espejo interno al externo.

Referencias

- [1] Zoller+Fröhlich Company (2010). Technical data Z+F IMAGER 5006h, <http://www.zf-laser.com>.
- [2] O. Wulf y B. Wagner (2003). Fast 3D Scanning Methods for Laser Measurement Systems, *Proc. International Conference on Control Systems and Computer*, Bucarest (Rumania), páginas 312-317.
- [3] H. Surmann, K. Lingemann, A. Nüchter y J. Hertzberg (2001). A 3D laser range finder for autonomous mobile robots, *Proc. of the 32th International Symposium on Robotics*, páginas 153-158, Seúl (Corea del Sur).
- [4] M. Walther, P. Steinhaus y R. Dillmann (2006). A foveal 3D laser scanner integrating texture into range data, *Proc. 9th International Conference on Intelligent Autonomous Systems*, Tokio (Japón).
- [5] J. Ryde y H. Hu (2008). 3D Laser Range Scanner with Hemispherical Field of View for Robot Navigation, *Proc. of the IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics*, Xian (China).

Descripción de la invención

La presente invención consiste en un telómetro láser 3D y en el procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telómetro láser 2D alrededor de su centro óptico manteniendo su máximo campo de visión. El aparato comprende un sistema mecánico, un sistema actuador y un sistema de comunicaciones.

El sistema mecánico permite realizar giros a velocidad constante alrededor del centro óptico del telómetro láser 2D manteniendo el máximo campo de visión de este último. El sistema actuador permite hacer giros de cabeceo rápidos mediante un servo-motor que cuenta con un codificador angular. El sistema de comunicaciones recibe, a través de un puerto serie, comandos de una computadora, y le envía puntos en coordenadas Cartesianas respecto del centro del aparato de cada uno de los rangos medidos. Para ello, coordina la adquisición de distancias del telómetro láser 2D de forma sincronizada con los ángulos de inclinación del aparato y del eje del motor.

Al girar alrededor del centro óptico del telómetro láser 2D se consigue mantener el mínimo rango de distancias del telómetro láser 2D, y se evita la calibración de la distancia al centro de rotación. Asimismo, al no precisar de

calibración, el telémetro 3D obtenido a partir de un telémetro láser 2D comercial obtiene una precisión equivalente a éste, al tiempo que tiene un coste reducido.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos adjuntos se muestra una realización preferida del telémetro 3D objeto de la invención, constituido de acuerdo con la invención y dado a título de ejemplo no limitativo.

Figura 1: Esquema general del telémetro láser 3D en vista lateral. Se puede observar el telémetro 2D (a), con su plano de medidas (b) y su centro óptico (c); la guía circular rígida (d) y los patines (e) situados en la base (f). La guía cuenta con unos canales de rodadura (g). La base contiene también el sistema actuador (a excepción de la correa de tracción) y el sistema de comunicaciones.

Figura 2: Esquema general del telémetro láser 3D en vista frontal. Se puede observar el telémetro 2D (a), con su plano de medidas (b) y su centro óptico (c); la guía circular (d) y los patines (e) situados en la base (f).

Figura 3: Esquema general del sistema actuador. Se pueden observar el motor de corriente continua (g), con codificador angular (h) y reductora (i) con polea dentada (k), correa de tracción (j) engranada en una polea dentada (k) y dos poleas locas (l).

Descripción detallada de un modo de realización

A continuación se describe un ejemplo de realización de la invención de carácter no limitativo.

El sistema mecánico (figura 1) permite mover un telémetro 2D (a), con un plano de medidas (b), en torno a su centro óptico (c). Consta de una guía circular rígida (d) y dos patines (e), sólo uno de ellos visible en la vista de perfil, situados en la base (f) del sensor a ambos lados de la guía circular rígida (d). Los patines (e) permiten el movimiento de la guía circular rígida (d) mediante recirculación interna de bolas. Para las bolas, la guía circular rígida (d) posee cuatro canales de rodadura (g). Sobre esta guía circular rígida (d) se sitúa el telémetro láser 2D (a). El centro óptico (c) del telémetro láser 2D (a) se hace coincidir con el centro de cabeceo, por lo que, de esta forma, también es el centro del telémetro láser 3D. La guía circular rígida (d) es preferiblemente estrecha para mantener el máximo campo de visión del telémetro láser 2D (a).

En una vista frontal del sistema mecánico (figura 2) se muestran varios de los elementos anteriores. Puede apreciarse el telémetro 2D (a), junto con su plano de medidas (b) y su centro óptico (c). También puede verse la guía circular rígida (d) y los patines (e). Por último, todo el conjunto se apoya sobre la base (f).

El sistema actuador (figura 3) proporciona el giro de cabeceo al telémetro láser 2D (a). Este sistema consta de motor de corriente continua (g) dotado de codificador angular (h) acoplado a un extremo de su eje y de una reductora (i) con polea dentada (k) en el otro, una correa de tracción (j) engranada en una polea dentada (k) y dos poleas locas (l). Por último, completa el sistema la electrónica de control, que no se muestra en la figura, pero que permite que el sistema actuador rote el telémetro láser 2D (a) a una velocidad constante. También cuenta con dos inclinómetros alineados con los ejes longitudinal y transversal del aparato, para la obtención de las coordenadas Cartesianas. En el borde exterior de la guía circular rígida (d) hay un canal con la misma sección que la de la correa dentada. Las poleas locas (l) dirigen la correa de tracción (j) hacia la polea dentada (k). Tanto las poleas locas (l) como la polea dentada (k) disponen de lengüetas para evitar el descarrilamiento de la correa de tracción (j). Todos estos elementos, salvo la guía circular rígida (d), se encuentran en la base (f) del aparato, junto con el sistema de comunicaciones y la electrónica de control.

El sistema de comunicaciones consta de un puerto serie USB mediante el cual acepta comandos de configuración del aparato (como por ejemplo velocidades de movimiento, que modifican el barrido del telémetro 3D resultante), y transmite coordenadas Cartesianas tridimensionales (respecto del centro del aparato) de los rangos medidos. Para coordinar el funcionamiento del aparato, este sistema realiza tareas de interfaz con el telémetro láser 2D (a) y con la electrónica de control del sistema actuador, de manera que la adquisición de rangos del telémetro láser 2D (a) está sincronizada con los ángulos del eje del motor y de inclinación del aparato.

Aplicación industrial

La presente invención se puede aplicar en sectores tales como la robótica o en sistemas de producción donde resulte necesario obtener una descripción tridimensional de la escena de trabajo de forma rápida, precisa y a un coste reducido.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D **caracterizado** porque comprende:
 - a. Girar a velocidad constante un telémetro láser 2D alrededor de su centro óptico, manteniendo el máximo campo de visión del telémetro láser 2D sin requerir calibración de la distancia al centro de rotación;
 - b. Realizar giros de cabeceo rápidos del telémetro láser 2D, haciendo coincidir el centro óptico del mismo con el centro de cabeceo; y
 - c. Coordinar la adquisición de distancias del telémetro láser 2D de forma sincronizada con los ángulos de inclinación del aparato y del eje del motor.
2. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el giro a velocidad constante un telémetro láser 2D alrededor de su centro óptico se regula mediante una electrónica de control, y se realiza a través de una guía circular rígida mediante al menos dos patines situados en la base del sensor a ambos lados de la guía.
3. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque los patines soportan el movimiento de la guía circular rígida mediante recirculación interna de bolas.
4. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque los giros de cabeceo rápidos se realizan mediante un servo-motor dotado de un codificador angular.
5. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el servo-motor mueve una correa de tracción engranada en una polea dentada y en dos poleas locas que dirigen la correa de tracción hacia la polea dentada, regulándose el movimiento de dicha polea dentada mediante una reductora.
6. Procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque las coordenadas Cartesianas se obtienen gracias a dos inclinómetros alineados con los ejes longitudinal y transversal del telémetro láser 2D.
7. Telémetro láser 3D obtenido mediante cabeceo de un telémetro láser 2D **caracterizado** porque comprende:
 - a. Sistema mecánico que mediante una electrónica de control realiza giros a velocidad constante alrededor del centro óptico (c) de un telémetro láser 2D (a) manteniendo el máximo campo de visión de este último y sin requerir calibración de la distancia al centro de rotación;
 - b. Sistema actuador que realiza giros de cabeceo rápidos del telémetro láser 2D (a); y
 - c. Sistema de comunicaciones que recibe comandos de una computadora, y envía a dicha computadora puntos en coordenadas Cartesianas respecto del centro óptico (c) del telémetro láser 2D (a) de cada uno de los rangos medidos.
8. Telémetro láser 3D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque el sistema mecánico mueve un telémetro láser 2D (a), con un plano de medidas (b), en torno a su centro óptico (c) a través de una guía circular rígida (d) mediante al menos dos patines (e) situados en la base del sensor (f) a ambos lados de la guía.
9. Telémetro láser 3D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque los patines (e) soportan el movimiento de la guía circular rígida (d) mediante recirculación interna de bolas, comprendiendo la guía circular rígida (d) al menos cuatro canales de rodadura (g).
10. Telémetro láser 3D según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9 **caracterizado** porque el sistema actuador gestiona la realización de giros de cabeceo rápidos mediante un servo-motor (g) dotado de un codificador angular (h).
11. Telémetro láser 3D según la reivindicación anterior **caracterizado** porque:
 - a. El servo-motor (g) es de corriente continua y está acoplado, por los extremos de su eje, por un lado al codificador angular (h) y por otro lado a una reductora (i) de una polea dentada (k);
 - b. Comprende una correa de tracción (j) engranada en la polea dentada (k) y en dos poleas locas (l).

ES 2 381 350 A1

12. Telémetro láser 3D según la reivindicación anterior caracterizado porque las poleas locas (l) dirigen la correa de tracción (j) hacia la polea dentada (k), y tanto las poleas locas (l) como la polea dentada (k) disponen de lengüetas para evitar el descarrilamiento de la correa de tracción (j).

- 5 13. Telémetro láser 3D según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12 **caracterizado** porque la obtención de las coordenadas Cartesianas se realiza gracias a dos inclinómetros alineados con los ejes longitudinal y transversal del telémetro láser 2D (a).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Figura 1

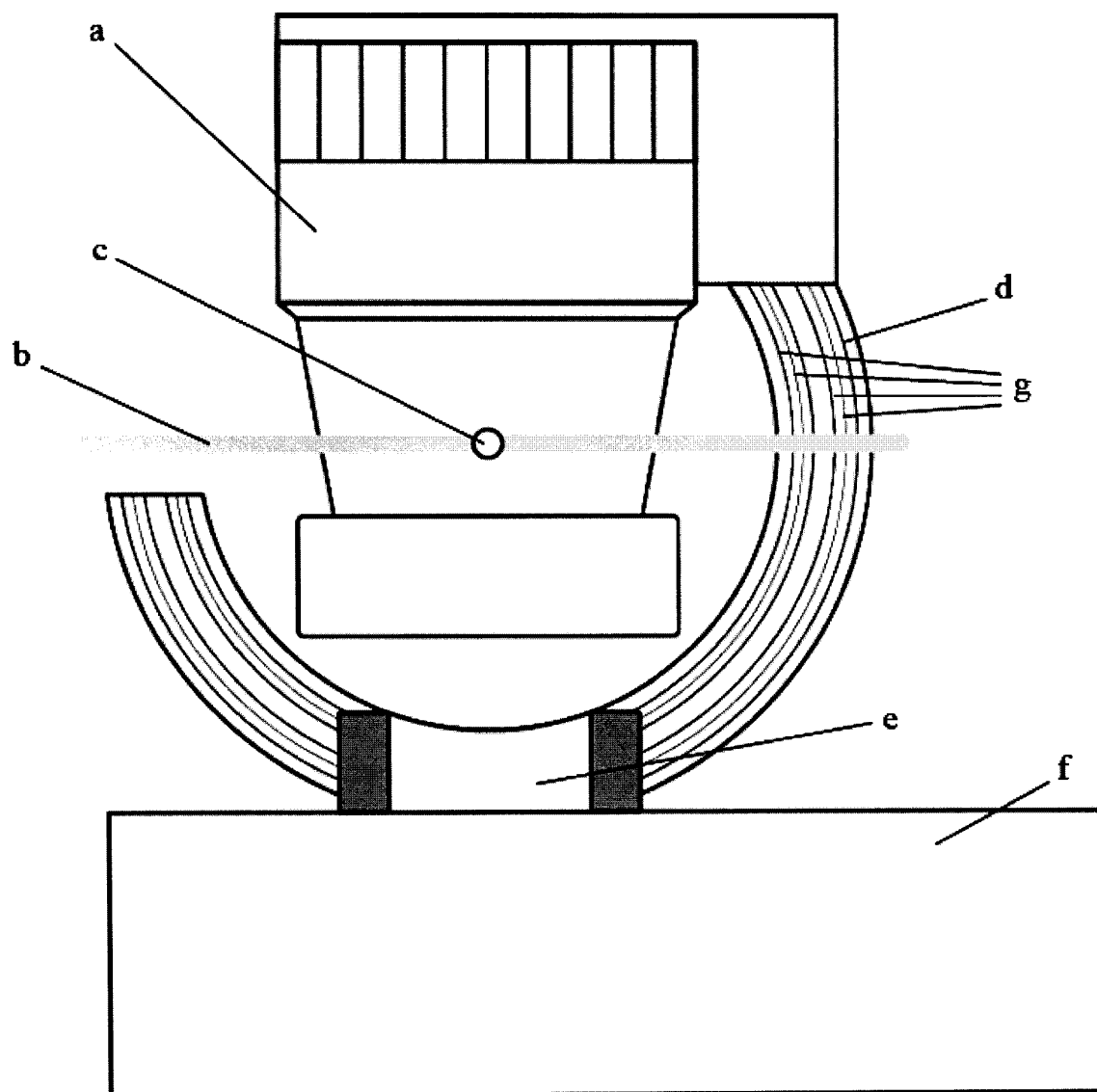


Figura 2

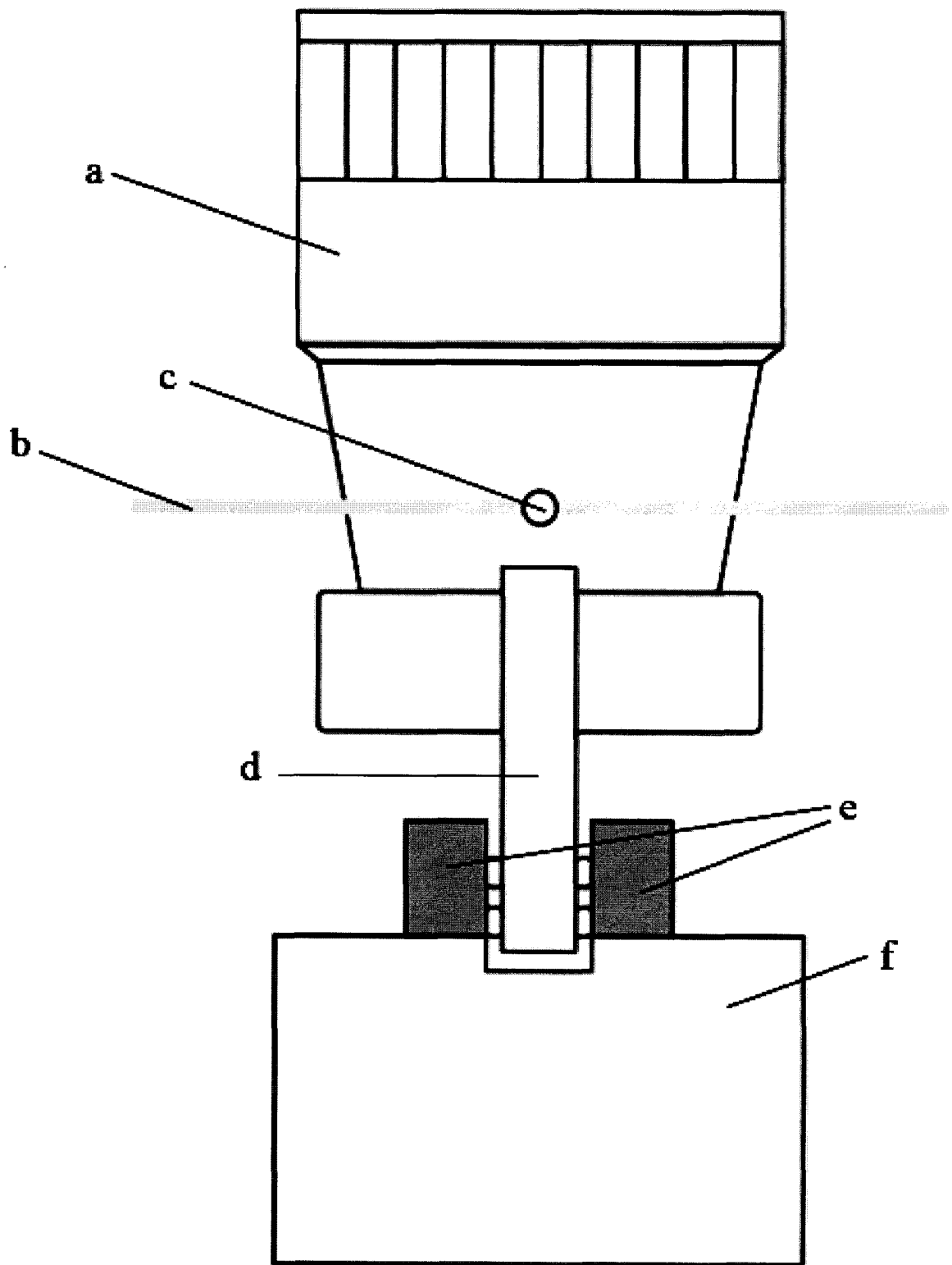
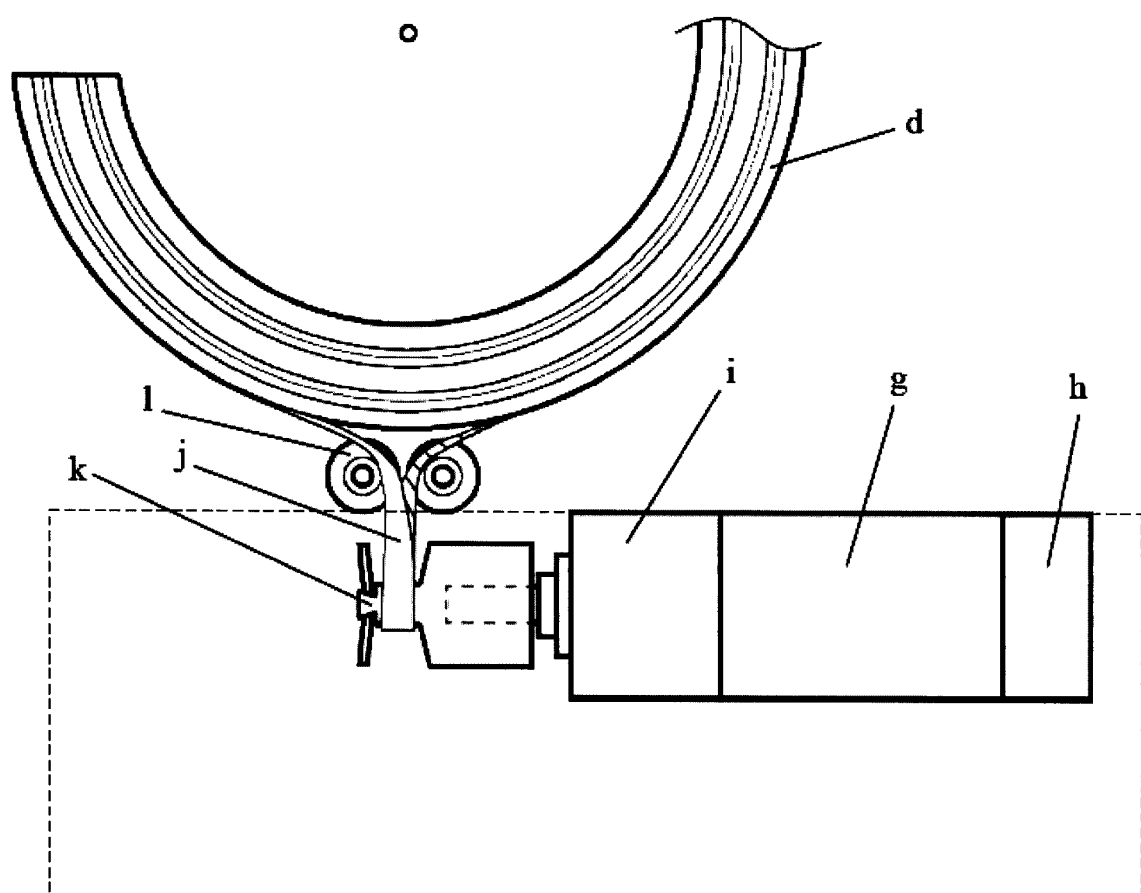


Figura 3





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201001410

②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.10.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01B11/02** (2006.01)
G01S17/32 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	DE 102008039838 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 04.03.2010	1,7
A	JP 2000146532 A (MITAKA KOKI KK) 26.05.2000	1,7
A	FR 2764975 A1 (ONERA (OFF NAT AEROSPATIALE)) 24.12.1998	1,7
A	FR 2719661 A1 (ROWDO CLAUDE) 10.11.1995	1,7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.02.2012

Examinador
M. C. González Vasserot

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01B, G01S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.02.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-15	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 102008039838 A1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT)	04.03.2010
D02	JP 2000146532 A (MITAKA KOKI KK)	26.05.2000
D03	FR 2764975 A1 (ONERA (OFF NAT AEROSPATIALE))	24.12.1998
D04	FR 2719661 A1 (ROWDO CLAUDE)	10.11.1995

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Así, la invención reivindicada se considera que cumple los requisitos de novedad, actividad inventiva y aplicación industrial.

1.- El objeto de la presente solicitud de patente se refiere al sector de sensores de distancia industriales. Concretamente se puede encuadrar dentro de los telémetros láseres tridimensionales (3D) basados en telémetros láseres bidimensionales (2D). Consiste en un telémetro láser 3D y en el procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telémetro láser 2D alrededor de su centro óptico manteniendo su máximo campo de visión. El aparato comprende un sistema mecánico, un sistema actuador y un sistema de comunicaciones. El sistema mecánico permite realizar giros a velocidad constante alrededor del centro óptico del telémetro láser 2D manteniendo el máximo campo de visión de este último. El sistema actuador permite hacer giros de cabeceo rápidos mediante un servo-motor que cuenta con un codificador angular. El sistema de comunicaciones recibe, a través de un puerto serie, comandos de una computadora, y le envía puntos en coordenadas cartesianas respecto del centro del aparato de cada uno de los rangos medidos. Para ello, coordina la adquisición de distancias del telémetro láser 2D de forma sincronizada con los ángulos de inclinación del aparato y del eje del motor. Al girar alrededor del centro óptico del telémetro láser 2D se consigue mantener el mínimo rango de distancias del telémetro láser 2D, y se evita la calibración de la distancia al centro de rotación. Asimismo, al no precisar de calibración, el telémetro 3D obtenido a partir de un telémetro láser 2D comercial obtiene una precisión equivalente a éste, al tiempo que tiene un coste reducido.

2.- El problema planteado por el solicitante es mantener el mínimo rango de distancias del telémetro láser 2D, evitando la calibración de la distancia al centro de rotación y reduciendo el tiempo de toma de medidas. La adquisición de distancias se realiza de forma sincronizada con los ángulos del eje del motor y de inclinación del aparato. Ello permite obtener las coordenadas cartesianas, respecto de un sistema de referencia situado en el centro óptico y con uno de sus ejes alineado con la gravedad, de los rangos asociados a los puntos detectados. Para ello se emplea un telémetro láser 3D y se realiza un procedimiento de obtención mediante cabeceo de un telémetro láser 2D alrededor de su centro óptico manteniendo su máximo campo de visión. El telémetro láser 2D (a) rota a velocidad constante mediante un servo-motor dotado de codificador angular situado en una base (f), que hace cabecear el telémetro láser 2D en torno a su centro óptico (c). El documento D1 puede considerarse como el representante del estado de la técnica más cercano ya que en este documento confluyen la mayoría de las características técnicas reivindicadas.

Análisis de las reivindicaciones independientes 1,7

D1 se diferencia del documento de solicitud de patente en que en el procedimiento de obtención de un telémetro láser 3D mediante cabeceo de un telémetro láser 2D no realiza giros a velocidad constante de un telémetro láser 2D alrededor de su centro óptico, manteniendo el máximo campo de visión del telémetro láser 2D sin requerir calibración de la distancia al centro de rotación. Tampoco incorpora la etapa b) y c) de la reivindicación 1 de la solicitud.

La reivindicación 1 es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

D1 tampoco obtiene un telémetro láser 3D mediante el cabeceo de un telémetro láser 2D comprendiendo un sistema mecánico que mediante una electrónica de control realiza giros a velocidad constante alrededor del centro óptico de un telémetro láser 2D, realizando este telémetro láser 2D giros de cabeceo rápidos.

Por tanto la reivindicación 7 de la solicitud es nueva (Art. 6.1 LP 11/1986) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986).

Análisis del resto de los documentos

De este modo, ni el documento D1, ni ninguno del resto de los documentos citados en el Informe del Estado de la Técnica, tomados solos o en combinación, revelan la invención en estudio tal y como es definida en las reivindicaciones independientes, de modo que los documentos citados solo muestran el estado general de la técnica, y no se consideran de particular relevancia. Además, en los documentos citados no hay sugerencias que dirijan al experto en la materia a una combinación que pudiera hacer evidente la invención definida por estas reivindicaciones y no se considera obvio para una persona experta en la materia aplicar las características incluidas en los documentos citados y llegar a la invención como se revela en la misma.