

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 525**

21 Número de solicitud: 201730372

51 Int. Cl.:

G01B 11/25

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

20.03.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.09.2018

71 Solicitantes:

**UNIVERSITAT DE GIRONA (100.0%)
Plaça Sant Domènec 3
17004 GIRONA ES**

72 Inventor/es:

**PALOMER VILA, Albert;
RIBAS ROMAGÓS, David;
RIDAO RODRÍGUEZ, Pere y
FOREST COLLADO, Josep**

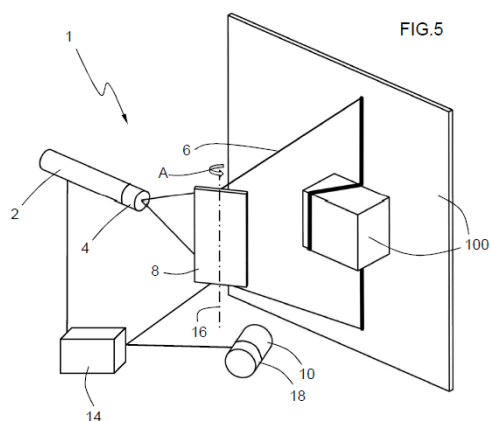
74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

54 Título: **CONJUNTO DE ESCaneo POR LÁSER, VEHÍCULO Y PROCEDIMIENTO DE ESCaneo POR LÁSER CORRESPONDIENTES**

57 Resumen:

Conjunto de escaneo (1) por láser, vehículo y procedimiento de escaneo por láser correspondientes. La invención obtiene una caracterización geométrica de la forma de una superficie (100) a partir del principio de triangulación. El conjunto comprende: un emisor de luz (2) láser, unos medios de difracción (4) que transforman la luz láser en una configuración de abanico (6) plano, unos medios de redireccionamiento (8) que redirigen el haz y lo proyectan sobre la superficie (100), un receptor de luz (10) que capta un área de escaneo (12) que incluye el abanico (6) y unos medios de control (14) que controlan todos estos elementos. El receptor (10) presenta unos medios de procesamiento propios para detectar los puntos iluminados en la imagen captada. Los medios de redireccionamiento (8) están montados rotativos alrededor de al menos un eje (16) fijo. El giro de los primeros medios de redireccionamiento (8) está controlado por dichos medios de control (14) de forma sincronizada con el resto de elementos.



CONJUNTO DE ESCANEO POR LÁSER, VEHÍCULO Y PROCEDIMIENTO DE
ESCANEO POR LÁSER CORRESPONDIENTES

DESCRIPCIÓN

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un conjunto de escaneo por láser para obtener una caracterización geométrica de la forma de una superficie a partir del principio de triangulación que comprende: un emisor de luz láser para emitir un haz de luz láser, unos primeros medios de difracción para transformar dicho haz de luz láser en una
10 configuración de abanico plano dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz láser, unos primeros medios de redireccionamiento de luz dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz láser, para recibir y redirigir dicho haz de luz láser y proyectarlo sobre dicha superficie que debe ser caracterizada, un receptor de luz dispuesto respecto a dicha superficie y a dichos primeros medios de redireccionamiento de manera que
15 dicho receptor de luz capta un área de escaneo que corresponde a una área de dicha superficie que debe ser caracterizada que incluye dicho abanico proyectado sobre dicha superficie, y unos medios de control funcionalmente asociados a dicho emisor y dicho receptor de luz para sincronizar el funcionamiento conjunto de dicho emisor de luz y dicho receptor de luz, y estando dichos primeros medios de redireccionamiento y
20 dicho receptor de luz separados a una distancia predeterminada conocida que define una línea de base constante entre ambos y formando dicho abanico, una vez redirigido, un primer ángulo con respecto a dicha línea de base, y una vez reflejado por dicha superficie un segundo ángulo con respecto a dicha línea de base.

La invención también se refiere a un vehículo que incorpora dicho conjunto de
25 escaneo por láser para caracterizar una superficie.

Finalmente, la invención también se refiere a un procedimiento de escaneo por láser para obtener una caracterización de la forma de una superficie que comprende las etapas de emitir un haz de luz láser a través de un emisor de luz láser, transformar dicho haz de luz láser en una configuración de abanico plano a través de

unos primeros medios de difracción dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz láser, recibir dicho haz láser y redireccionarlo para proyectarlo sobre dicha superficie que debe ser caracterizada, a través de unos primeros medios de redireccionamiento de luz dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz láser, captar un área de escaneo
5 de dicha superficie que debe ser caracterizada a través de un receptor de luz dispuesto respecto a dicho emisor de luz, conteniendo dicha área dicho abanico proyectado sobre dicha superficie, y sincronizar la emisión de dicho abanico emisor de luz y la captación por parte de dicho receptor de luz a través de unos medios de control funcionalmente asociados a dicho emisor y dicho receptor de luz, estando
10 dichos primeros medios de redireccionamiento y dicho receptor de luz separados a una distancia predeterminada conocida que define una línea de base entre ambos y formando dicho abanico, una vez redirigido, un primer ángulo con respecto a dicha línea de base, y una vez reflejado por dicha superficie un segundo ángulo con respecto a dicha línea de base.

15

Estado de la técnica

En el estado de la técnica, son conocidos los conjuntos de escaneo por láser. Estos conjuntos facilitan la obtención de datos para generar una o más nubes tridimensionales de puntos que describen geométricamente la superficie que debe ser caracterizada.

20 El documento US 2012/0062963 A1 divulga un conjunto de escaneo por láser que incluye principalmente un emisor, un receptor y un control central. El emisor es un emisor de luz láser que incluye medios para configurar la luz láser en una configuración de abanico. El abanico es proyectado sobre la superficie que debe ser caracterizada. El receptor, que normalmente es una cámara, recibe esta luz reflejada
25 desde la superficie que debe ser caracterizada. Finalmente, el control está asociado al emisor y al receptor y se encarga de controlar la emisión y recepción de la luz láser. Asimismo, el control también mueve el emisor y receptor conjuntamente para poder obtener las imágenes que luego permiten generar las nubes de puntos que caracterizan la superficie.

El mismo documento US 2012/0062963 A1 divulga un segundo conjunto de escaneo que comprende dos subconjuntos receptores de luz y un subconjunto emisor de luz láser dispuesto entre los subconjuntos receptores de luz. El emisor de luz de nuevo presenta medios para convertir la luz láser puntual en una configuración de abanico.

- 5 En este caso, el subconjunto emisor se puede mover respecto a los subconjuntos receptores de luz.

La caracterización geométrica de superficies por láser puede ser de gran utilidad en muchas áreas de la técnica, tal como guiado de vehículos autónomos, cartografía, manipulación de dispositivos en entornos peligrosos u otros. No obstante, el problema
10 de los sistemas de escaneo por láser basados en el principio de triangulación conocidos reside en su lentitud a la hora de obtener la caracterización de la superficie analizada. Esto provoca limitaciones importantes.

Sumario de la invención

La invención tiene como finalidad proporcionar un conjunto de escaneo por láser para
15 obtener una caracterización de la forma de una superficie que debe ser caracterizada basado en el principio de la triangulación del tipo indicado al principio, que permita caracterizar la superficie a una mayor velocidad y con mayor definición que los dispositivos conocidos del estado de la técnica.

Esta finalidad se consigue mediante un conjunto de escaneo por láser del tipo indicado
20 al principio, caracterizado por que dicho receptor de luz comprende unos primeros medios de procesamiento propios, configurados para obtener a partir de dicha área de escaneo captada, una pluralidad de puntos iluminados por la reflexión de dicho abanico en dicha superficie y por que dichos primeros medios de redireccionamiento están montados rotativos alrededor de por lo menos un eje fijo con respecto a dicho
25 emisor y dicho receptor de luz, estando el giro de dichos primeros medios de redireccionamiento controlado por dichos medios de control, para desplazar dicho abanico dentro de dicha área de escaneo a lo largo de una pluralidad de posiciones instantáneas distintas, de manera sincronizada con el funcionamiento de dicho emisor de luz y dicho receptor de luz.

El conjunto según la invención presenta múltiples ventajas con respecto a los conjuntos conocidos del estado de la técnica. En primer lugar, gracias a que los medios de redireccionamiento de luz están montados rotativos alrededor de un eje fijo con respecto al emisor y al receptor se elimina la necesidad de mover tanto el emisor,
 5 como el receptor durante el escaneo. Con ello se reduce la masa que hay que mover para poder llevar a cabo el escaneo y por consiguiente se gana en velocidad de proyección de luz láser en distintos puntos de la superficie a caracterizar, ya que las inercias del sistema son mínimas. Unos medios de redireccionamiento preferentes, son, por ejemplo, un espejo galvanométrico. El espejo galvanométrico puede estar
 10 formado por cualquier superficie reflectante capaz de soportar el efecto del láser incidente sin degradarse.

Por otra parte, el hecho de que el receptor incorpore unos primeros medios de procesamiento permite reducir notablemente los datos que se transmiten del dicho receptor de luz al dicho control central y se utilizan para la obtención final de la nube
 15 de puntos.

La combinación de ambas características permite ganar enormemente en velocidad, ya que la luz láser se puede mover a gran velocidad para barrer la superficie a caracterizar. Por otra parte, los medios de recepción únicamente procesan los puntos imprescindibles de cada imagen que reciben de la superficie escaneada para
 20 caracterizar su geometría.

Además, la invención abarca una serie de características preferentes que son objeto de las reivindicaciones dependientes y cuya utilidad se pondrá de relieve más adelante en la descripción detallada de una forma de realización de la invención.

Con el objetivo de simplificar la fabricación de los medios de difracción, así como
 25 facilitar el montaje y alineación del dispositivo para lograr un escaneo de precisión, dichos primeros medios de difracción están dispuestos entre dicho emisor de luz láser y dichos primeros medios de redireccionamiento de luz, de manera que dicho haz de luz láser se transforma en primer lugar en una configuración de abanico plano, y luego es redirigido por dichos medios de redireccionamiento para proyectar dicho abanico
 30 sobre dicha superficie que debe ser caracterizada. En este caso se puede utilizar una

lente cilíndrica o Powell estándar adaptada a las características del láser y sin necesidad de elevadas precisiones de mecanizado y montaje del conjunto.

Con el objetivo de incrementar todavía más la velocidad de caracterización de la superficie, dicho receptor de luz comprende una región de interés que corresponde a
 5 una parte de dicha área de escaneo, siendo dicha región de interés móvil en dicha área de escaneo controlada por dichos medios de control, en función de la posición angular de dichos primeros medios de redireccionamiento, de manera que dicha región de interés es desplazada en dicha área de escaneo para contener la posición instantánea de dicho abanico en dicha área de escaneo. Esta región de interés reduce
 10 notablemente el área de escaneo que debe ser procesada a través de los primeros medios de procesamiento del receptor, lo cual favorece nuevamente el incremento de velocidad del conjunto.

En una forma de realización preferente del conjunto dicha área de escaneo es un paralelogramo de ángulos rectos con una base y una altura predeterminadas y dicha
 15 región de interés es un paralelogramo de ángulos rectos. En la forma más general de la invención, el sensor captador de luz de una cámara, y que se proyecta sobre una parte o la totalidad de la superficie a caracterizar no tiene porqué ser esta proyección rectangular.

De forma especialmente preferente dicha región de interés ocupa la totalidad de dicha
 20 base o dicha altura de dicha área de escaneo, es decir, que la región de interés ocupa toda la altura o toda la base de dicho paralelogramo. En cambio, la región de interés sólo ocupa una parte de la magnitud contraria, es decir, si ocupa toda la altura, entonces, sólo ocupará parte de la base del área de escaneo. Con ello, se simplifica el control de la región de interés respecto al área de incidencia, ya que únicamente es
 25 necesario moverla en una dirección.

La invención se plantea el problema de proteger el conjunto de escaneo frente a elementos externos que lo podrían dañar. Por ello, en una forma de realización preferente, el emisor de luz, dichos medios de redireccionamiento y dicho receptor de luz están encapsulados en por lo menos una carcasa y dicha por lo menos una
 30 carcasa comprende una ventana de emisión y una ventana de recepción, estando

dichos medios de redireccionamiento enfrentados a dicha ventana de emisión para proyectar dicho abanico plano sobre dicha superficie, mientras que dicho receptor de luz está enfrentado a dicha ventana de recepción para captar dicha área de escaneo.

Otro problema relevante consiste en optimizar el conjunto de escaneo para trabajar en
5 medios distintos del aire y en particular, sumergido en agua. Para ello, dicha carcasa es estanca al agua y dicho láser es verde o azul. El láser verde o azul se atenúa menos bajo el agua que otros tipos de láser y por lo tanto se proyecta a mayor distancia. En ambientes de aguas claras o levemente turbias, es especialmente preferente que el láser sea azul ya que presenta menos atenuación que el láser verde,
10 a pesar de tener más retrodispersión (del inglés *backscattering*), es decir, la reflexión de la luz hacia el propio conjunto. Alternativamente, en caso de aguas más turbias, es preferente que el láser sea verde, ya que a pesar de tener más atenuación que un láser azul, el láser verde presenta una retrodispersión menor que la del láser azul. En condiciones de un solo medio de proyección, es decir, la proyección en el aire sin
15 cambio de medio, el abanico plano se proyecta sobre la superficie como una línea recta. Esto no ocurre en los casos en los que existe un cambio de medio, por ejemplo, aire-ventana-agua.

Por otra parte, la invención se refiere también a un vehículo que incorpora un conjunto de escaneo por láser según la invención. Este tipo de vehículos así equipados,
20 disponen de una gran autonomía de funcionamiento, ya que son capaces de determinar cómo es su entorno.

De forma especialmente preferente, el dispositivo es un vehículo subacuático.

La invención se plantea el problema de reducir riesgos humanos en las operaciones submarinas. Por ello, de forma especialmente preferente, el vehículo subacuático es
25 operado a distancia o es un vehículo autónomo.

Finalmente, la invención se refiere también a un procedimiento que permite mejorar la velocidad y definición del escaneo de la superficie a caracterizar.

Esto se consigue mediante un procedimiento de escaneo por láser para obtener una caracterización de la forma de una superficie del tipo indicado al principio,

caracterizado por que comprende las etapas adicionales de obtener, a través de unos primeros medios de procesamiento propios de dicho receptor de luz que identifican una pluralidad de puntos iluminados en el área de escaneo por la reflexión del abanico, y rotar dichos primeros medios de redireccionamiento alrededor de por lo

5 menos un eje fijo con respecto a dicho emisor y dicho receptor de luz, estando el giro de dichos primeros medios de redireccionamiento controlado por dichos medios de control, para desplazar dicho abanico dentro de dicha área de escaneo a lo largo de una pluralidad de posiciones instantáneas distintas de manera sincronizada con el funcionamiento de dicho emisor de luz y dicho receptor de luz, y repetir dichas etapas

10 anteriores para una pluralidad de posiciones angulares de dichos medios de redireccionamiento para obtener una nube de puntos tridimensional que caracterice dicha superficie.

De forma especialmente preferente, y para simplificar el montaje y mecanizado de las lentes del sistema, dichos primeros medios de difracción están dispuestos entre dicho

15 emisor de luz láser y dichos primeros medios de luz de manera que dicho haz de luz láser se transforma en primer lugar en una configuración de abanico plano, y luego es redirigido por dichos medios de redireccionamiento para proyectar dicho abanico sobre dicha superficie que debe ser caracterizada.

Por otra parte, para incrementar todavía más la velocidad de escaneo y la definición, el

20 procedimiento comprende la etapa de aplicar una región de interés sobre una parte de dicha área de escaneo, siendo dicha región de interés móvil en dicha área de escaneo y estando controlada por dichos medios de control, en función de la posición angular de dichos primeros medios de redireccionamiento, de manera que dicha región de interés es desplazada en dicha área de escaneo para contener la posición instantánea

25 de dicho abanico en dicha área de escaneo.

Asimismo, la invención también abarca otras características de detalle ilustradas en la descripción detallada de una forma de realización de la invención y en las figuras que la acompañan.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características de la invención se aprecian a partir de la siguiente descripción, en la que, sin ningún carácter limitativo, se relatan unas formas preferentes de realización de la invención, haciendo mención de los dibujos que se
5 acompañan. Las figuras muestran:

Fig. 1, una vista esquemática en planta superior, de una primera forma de realización del conjunto de escaneo según la invención, en una primera posición de escaneo.

Fig. 2, una vista esquemática en planta superior del conjunto de escaneo de la figura 1, en una segunda posición de escaneo.

10 Fig. 3, una vista esquemática en perspectiva de una segunda forma de realización del conjunto de escaneo según la invención, en una primera posición de escaneo.

Fig. 4, una vista frontal de un área de escaneo del receptor de luz con una zona de interés en dicha primera posición de escaneo.

Fig. 5, una vista esquemática en perspectiva del conjunto de escaneo de la figura 3, en
15 una segunda posición de escaneo.

Fig.6, una vista frontal del área de escaneo del receptor de luz, con la zona de interés desplazada en la segunda posición de escaneo.

Fig. 7, un diagrama de la deformación del abanico plano al cambiar de medio debido al paso del abanico plano a través de una ventana de emisión plana en función del
20 ángulo de incidencia sobre dicha ventana.

Fig. 8, una vista esquemática frontal de un vehículo según la invención que incorpora un conjunto de escaneo por láser según la invención.

Fig. 9, una vista esquemática en planta superior cortada por un plano del vehículo de la figura 8.

25 Fig. 10, una vista esquemática en planta superior de una tercera forma de realización del conjunto de escaneo según la invención, en una primera posición de escaneo.

Descripción detallada de unas formas de realización de la invención

Las figuras 1 y 2 muestran de forma muy esquemática, una primera forma de realización del conjunto de escaneo 1 por láser según la invención para obtener una caracterización de la forma de una superficie 100.

- 5 Tal y como se aprecia en estas figuras, el conjunto 1 comprende un emisor de luz 2 láser, un receptor de luz 10 y unos medios de control 14 funcionalmente asociados tanto al emisor de luz 2, como al receptor de luz 10 y los medios de redireccionamiento 8 y que se encargan de sincronizar el funcionamiento de estos.

- El emisor de luz 2 es una fuente de luz láser puntual, es decir un haz que se proyecta
10 sobre una superficie en forma de punto. En el concepto más amplio de la invención, el láser puede ser cualquier tipo de láser, como por ejemplo, un láser basado en semiconductores o de estado sólido y de cualquier longitud de onda. En el extremo de emisión, el emisor de luz 2 presenta unos medios de difracción 4 que transforman el haz de luz láser puntual en una configuración de abanico 6 plano. Preferentemente,
15 los medios de difracción 4 son, por ejemplo, una lente cilíndrica o una lente Powell. En la invención, no es imprescindible que el emisor de luz 2 y los medios de difracción 4 formen una unidad. De manera alternativa, los medios de difracción 4 pueden estar alineados con el emisor de luz 2, pero algo separados.

- En otra forma de realización alternativa, el emisor de luz 2 puede estar separado de
20 los medios de difracción 4. En este caso, ambos elementos están conectados entre sí a través de unos medios de guiado 30 de luz, como por ejemplo, una fibra óptica. Esto permite conseguir configuraciones constructivas más compactas.

- Aguas abajo del emisor de luz 2, en el conjunto 1 de la invención están previstos unos primeros medios de redireccionamiento 8 de luz. Por consiguiente, en esta forma de
25 realización los medios de difracción 4 están situados entre el emisor de luz 2 y los medios de redireccionamiento 8 de luz. Esto simplifica mucho el montaje y la lente de los medios de difracción 4 es más fácil de fabricar. En una forma de realización preferente, los medios de redireccionamiento 8 de luz son un espejo galvanométrico fabricado, por ejemplo, a partir de silicio monocristalino con concentraciones
30 superiores al 95%. En servicio, el espejo galvanométrico está orientado para proyectar

el haz láser configurado como un abanico 6 proveniente de los medios de difracción 4 sobre la superficie 100 que se desea caracterizar.

Como se aprecia en las figuras de esta forma de realización, de forma especialmente preferente, el emisor de luz 2 y los medios de redireccionamiento 8 del haz incidente
5 están encapsulados en una primera carcasa 22a. Esta carcasa 22a presenta una ventana de emisión 24. El espejo galvanométrico está enfrentado a esta ventana de emisión 24 para recibir el abanico 6 de luz láser del emisor de luz 2, redirigirlo y proyectarlo sobre la superficie 100 que debe ser caracterizada. En condiciones de un solo medio de proyección, es decir, la proyección en el aire sin cambio de medio, el
10 abanico 6 plano se proyecta sobre la superficie como una línea recta. Esto no ocurre en los casos en los que existe un cambio de medio, por ejemplo, aire-ventana de emisión 24-agua.

Por otro lado, el conjunto 1 presenta también un receptor de luz 10 dispuesto orientado hacia la superficie 100 que se debe caracterizar y orientado con respecto a los
15 primeros medios de redireccionamiento 8 de manera que pueda captar un área de escaneo 12 de la superficie 100 en la que esté proyectado el abanico 6. El receptor de luz 10 puede ser una cámara capaz de identificar los píxeles iluminados por la reflexión de la luz láser proveniente de la superficie que debe ser caracterizada.

De forma especialmente preferente, el receptor de luz 10 está montado también dentro
20 de una segunda carcasa 22b protectora. La carcasa 22b del receptor de luz 10 comprende una ventana de recepción 26. De forma especialmente preferente, la ventana de recepción 26 es lo suficientemente grande como para que el receptor de luz 10, cuando está enfrentado a esta ventana de recepción 26, pueda captar la citada área de escaneo 12, sin ser tapado por las paredes los bordes de la ventana de
25 recepción 26.

Para lograr una correcta caracterización de la superficie 100, cuando el conjunto 1 está en funcionamiento, la orientación es tal que para cualquier posición angular los primeros medios de redireccionamiento 8, dentro del área de escaneo 12 esté contenido el abanico 6 proyectado sobre la superficie 100.

Como también se aprecia en estas figuras, los primeros medios de redireccionamiento 8 y el receptor de luz 10 están separados a una distancia lineal predeterminada, conocida y constante. Esta distancia lineal define una línea de base 28 entre ambos elementos del conjunto 1. Como se aprecia en las figuras, el abanico 6, una vez
 5 redirigido, forma un primer ángulo α con respecto a dicha línea de base 28, y una vez reflejado por dicha superficie 10 forma un segundo ángulo β con respecto a dicha línea de base 28.

El conjunto 1 según la invención también presenta los medios de control 14 que están funcionalmente asociados con el emisor y el receptor de luz 2, 10 así como a los
 10 elementos de redireccionamiento 8 a través de cables para sincronizar la emisión del haz láser por parte del emisor de luz 2, con la posición angular del medio de redireccionamiento 8, con la captación del área de escaneo 12 por parte del receptor de luz 10. En otras palabras, para cada posición del abanico 6, el receptor de luz 10 capta una imagen.

15 Cabe comentar que de forma opcional todos los elementos del conjunto 1 según la invención pueden estar dispuestos en una única carcasa 22a con ventanas de emisión y de recepción individuales (véase las figuras 8 y 9) o con una única ventana para las dos funciones. Por otra parte, también es preferente que la carcasa 22a sea estanca al agua. Esto permite utilizar el conjunto de escaneo 1 bajo el agua. Esta solución se
 20 puede aplicar, por ejemplo, a un vehículo subacuático operado de forma remota, más conocido en la técnica como ROV, por *Remotely Operated Vehicle* o un vehículo subacuático autónomo, conocido como AUV, por *Autonomous Underwater Vehicle*.

En este contexto, también cabe comentar que si el conjunto 1 se utiliza en un entorno subacuático el láser utilizado es preferentemente verde o azul. Como ya se ha
 25 explicado anteriormente, el color azul es preferible en el caso de aguas claras o poco turbias, mientras que el láser verde es preferible cuando el agua es turbia.

Como primer elemento para incrementar la velocidad de escaneo, o alternatively la definición de la superficie, la invención prevé que los primeros medios de redireccionamiento 8 estén montados rotativos alrededor del eje 16 fijo con respecto al
 30 emisor y al receptor de luz 2, 10. En este caso, la rotación respecto al emisor y al

- receptor de luz 2, 10 se lleva a cabo respecto al eje vertical, que sobresaldría del plano de las figuras 1 y 2 y el giro se indica en las figuras con la doble flecha A. El giro de los primeros medios de redireccionamiento 8 está controlado por los medios de control 14. Con ello, el abanico 6 es desplazado girando los primeros medios de redireccionamiento dentro del área de escaneo 12 a lo largo de una pluralidad de posiciones instantáneas P1, P2 distintas. Este giro para mover el abanico está sincronizado con la emisión del abanico 6 por el emisor de luz 2 y la captación del área de escaneo por parte del receptor de luz 10 con la consiguiente determinación de los puntos iluminados.
- 10 Como segundo elemento para incrementar la velocidad de escaneo, o alternativamente la definición de la superficie, en el conjunto de las figuras 1 y 2 está previsto en primer lugar que el receptor de luz 10 comprenda unos primeros medios de procesamiento 18 propios, es decir, integrados en el propio receptor de luz 10. Estos medios de procesamiento 18 permiten, por lo menos, distinguir qué puntos de dicha
- 15 área de escaneo 12 están iluminados por dicho abanico láser 6. Esto es, de toda la imagen captada por el receptor de luz 10, los primeros medios de procesamiento 18 son capaces de discriminar qué puntos o píxeles de la imagen corresponden a la reflexión de la luz láser y qué puntos o píxeles no corresponden.
- Cuando el abanico 6 se proyecta sobre la posición P1 instantánea, si el medio es constante, por ejemplo cuando la proyección ocurre sólo en el aire, esta proyección es una línea recta. Si hay cambio de medio, por ejemplo aire-ventana de emisión 24-agua, entonces, el abanico 6 forma una curva cuya curvatura se incrementa al crecer el ángulo de incidencia del abanico 6 sobre la ventana de emisión 24. El receptor de luz 10 detecta en el área de escaneo 12, la reflexión de esta línea de puntos.
- 20 Utilizando la triangulación entre la luz que ha iluminado los puntos del área de escaneo 12 identificados por los medios de procesamiento 18 y el abanico 6 y conociendo la posición relativa del eje 16 con el captador de luz 10 (línea de base 28), el conjunto 1 puede determinar y caracterizar la superficie 100 en esta posición P1 definiendo una pluralidad de puntos de referencia. Éste proceso de triangulación puede darse o bien
- 25 en la unidad central 14, o preferentemente en los mismos medios de procesamiento 18.
- 30

- A partir de aquí, se repiten las operaciones descritas en los párrafos anteriores para tantas posiciones instantáneas como se deseen. Este procedimiento se repite sucesivamente y se acaba obteniendo una nube de puntos que caracterizan geométricamente la superficie 100. Preferentemente, los medios de
- 5 redireccionamiento 8 harán un movimiento angular siempre en la misma dirección durante la adquisición de dicha nube de puntos. A mayor número de posiciones instantáneas captadas por el receptor de luz 10, determinando la forma de la proyección del abanico sobre la superficie 100, mayor será la definición de la caracterización geométrica de la misma.
- 10 Gracias a que el procesamiento de los puntos para cada posición angular de los medios de redireccionamiento 8 lo hacen los primeros medios de procesamiento 18, el volumen de datos que hay que manejar a posteriori para obtener la nube de puntos es mucho menor. Esto permite o bien lograr más velocidad o incrementar el nivel de definición de la superficie 100 caracterizada.
- 15 Por otra parte, cabe comentar que de forma especialmente preferente, la generación de la nube de puntos según la invención se puede obtener también mediante los primeros medios de procesamiento 18. No obstante, en cualquiera de las formas de realización de la invención esto se puede realizar alternativamente en los medios de control 14 centralizados.
- 20 A continuación se muestran otra forma de realización del conjunto de escaneo por láser según la invención que comparte gran parte de las características descritas en los párrafos anteriores. Por consiguiente, en adelante sólo se describirán los elementos diferenciadores, mientras que para los elementos comunes se hace referencia a la descripción de la primera forma de realización.
- 25 El conjunto 1 de escaneo de las figura 3 a 6 es esencialmente idéntico al de las figuras 1 y 2, es decir, comprende igualmente un emisor de luz 2 láser, unos primeros medios de difracción 4 para transformar el haz de luz láser en una configuración de abanico 6 plano, unos primeros medios de redireccionamiento 8 montados rotativos alrededor de un eje fijo, un receptor de luz 10 con unos medios de procesamiento 18 propios y unos

medios de control 14 encargados del control del emisor y el receptor de luz 2, 10. Sin embargo, en este caso, el conjunto 1 no está encapsulado.

También, la disposición de todos los elementos y su funcionamiento conjunto es sustancialmente la misma y permiten poner en práctica el mismo procedimiento de escaneo 1 por láser para obtener una caracterización de la forma de una superficie 100. Por otra parte, la diferencia más importante consiste en que el receptor de luz 10 comprende una región de interés 20 que corresponde a sólo una parte del área de escaneo 12. En otras palabras, el propio receptor de luz 10 es capaz de reducir el área en la que se busca el láser dentro del área de escaneo 12, para reducir también el área que debe ser procesada para determinar la posición de los puntos iluminados por el abanico 6 láser. Para ello, la región de interés 20 es móvil en el área de escaneo 12, controlada por los medios de control 14 en función de la posición de los medios de redireccionamiento 18. Para ello, los medios de control 14 tienen en consideración en qué posición angular instantánea se encuentran los primeros medios de redireccionamiento 8, para luego desplazar la región de interés 20 en el área de escaneo 12 de manera que la curva que forma el abanico 6 sobre la superficie 100 que debe ser caracterizada esté contenida dentro de la región de interés 20 en cada imagen captada por parte del receptor de luz 14.

La región de interés 20 es menor que el área de escaneo 12 que potencialmente puede escanear el receptor de luz 10 en cada imagen captada. En particular, de forma especialmente preferente, el área de escaneo 12 es un paralelogramo de ángulos rectos con una base y una altura predeterminadas y la región de interés 20 puede ser un paralelogramo de ángulos rectos que se desplaza controlado por los medios de control 14 dentro del área de escaneo 12, como se aprecia en las figuras. Esto reduce enormemente el número de píxeles que deben analizar y procesar los primeros medios de procesamiento 18, para determinar cuáles de ellos son realmente puntos iluminados por la reflexión del abanico 6 láser en la superficie a caracterizar 100. En este caso, la región de interés 20 se debería desplazar tanto en una primera dirección principal del área de escaneo, como en la dirección perpendicular.

No obstante, en la forma de realización de las figuras 3 a 6, la región de interés 20 en este caso es un paralelogramo de ángulos rectos que ocupa la totalidad de la altura

del área de escaneo 12 y solo una parte de su anchura. Esto simplifica mucho el control de la posición de la región de interés 20 respecto al área teórica de escaneo. En esta forma de realización sólo es necesario desplazar la región de interés 20 en sentido horizontal a lo largo del área de escaneo. Alternativamente, el paralelogramo de la región de interés podría ocupar la totalidad de la anchura del área de escaneo 12, y sólo una parte de la altura y por consiguiente se desplazaría a lo largo de la altura del área de escaneo 12.

Todo ello, proporciona una mayor velocidad de adquisición de puntos característicos de la superficie a caracterizar que permite obtener más rápidamente nubes de puntos, o sino una mayor definición de estas nubes de puntos.

Tal y como se ha explicado, el conjunto de escaneo 1 según la invención presenta múltiples aplicaciones, en especial cuando está montado en un vehículo y más particularmente en un vehículo subacuático que puede ser operado de forma remota (ROV) o autónomo (AUV), entre otros. Gracias a este tipo de vehículos se pueden llevar a cabo cartografía submarina, realizar operaciones de mantenimiento en estructuras subacuáticas, u otras.

En este tipo de aplicaciones el haz láser tiene que pasar por tres medios diferenciados: el aire dentro de la carcasa del vehículo, el vidrio de la ventana de emisión y finalmente el agua. El cambio de medio, en función del ángulo de incidencia provoca que cuando el abanico 6 que teóricamente es plano, se proyecta sobre la superficie 100 a caracterizar, se deforme como una curva. Este efecto se representa en la figura 7. Como se puede observar, a medida que crece el ángulo de incidencia del abanico 6 sobre la ventana de emisión, se incrementa la curvatura de abanico sobre la superficie a caracterizar.

En condiciones normales, la triangulación se realiza entre un haz que ha iluminado el píxel correspondiente de la cámara que es la reflexión del abanico 6 en la superficie 100 con el abanico caracterizado por un plano. Sin embargo, en condiciones de cambio de medio, como por ejemplo, cuando el conjunto de escaneo trabaja en un medio subacuático, el abanico 6 está mejor caracterizado por un cono elíptico que por

un plano. Por lo tanto, la triangulación en este caso se realiza calculando la intersección del haz de luz que ha iluminado el píxel del receptor de luz 10 con éste.

En las figuras 8 y 9 se muestra un vehículo 32 según la invención en el que está montado un conjunto de escaneo 1 similar a los descritos hasta este punto.

- 5 El vehículo 32 es preferentemente un vehículo subacuático y más en particular un vehículo subacuático operado a distancia o autónomo propulsado por unos medios de propulsión 34 de tipo hélice.

El vehículo 32 presenta una única primera carcasa 22a que contiene en su interior el citado conjunto de escaneo 1. Este tipo de vehículos es adecuado, por ejemplo, para
10 cartografiar el fondo marino.

En la figura 9 se aprecia como particularidad que en el vehículo el emisor de luz 2 está separado de los medios de difracción 4. No obstante, ambos elementos están conectados a través de unos medios de guiado de luz 30, como por ejemplo un cable de fibra óptica.

- 15 Por el resto, el vehículo presenta un conjunto de escaneo 1 de características similares a las de la forma de realización de la figura 1. Por consiguiente, en cuanto a estas características y al procedimiento de escaneo se hace referencia a los párrafos anteriores.

Finalmente, en la figura 10 se muestra una vista esquemática en planta superior de
20 una tercera forma de realización del conjunto de escaneo 1 según la invención. Este conjunto de escaneo 1 es prácticamente idéntico a la forma de realización de las figuras 1 y 2. Por consiguiente, para las características no descritas a continuación, se hace referencia a la descripción de la forma de realización de las figuras 1 y 2. No obstante, en este caso, los medios de difracción 4 están dispuestos aguas abajo de los
25 medios de redireccionamiento 8. De esta forma, los medios de redireccionamiento redireccionan un haz láser puntual que luego, al pasar por los medios de difracción 4 adopta la forma de abanico 6.

Los medios de difracción 4 pueden ser también una lente cilíndrica o una lente Powell, pero configurada como un segmento de anillo.

En una forma de realización especialmente preferente no mostrada en las figuras, los medios de difracción 4 están formados directamente en la propia ventana de emisión 24.

5 Las formas de realización hasta aquí descritas representan ejemplos no limitativos, de manera que el experto en la materia entenderá que más allá de los ejemplos mostrados, dentro del alcance de la invención son posibles múltiples combinaciones entre las características reivindicadas.

REIVINDICACIONES

1.- Conjunto de escaneo (1) por láser para obtener una caracterización geométrica de la forma de una superficie (100) a partir del principio de triangulación que comprende:

- [a] un emisor de luz (2) láser para emitir un haz de luz láser,
- 5 [b] unos primeros medios de difracción (4) para transformar dicho haz de luz láser en una configuración de abanico (6) plano, dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz (2) láser,
- [c] unos primeros medios de redireccionamiento (8) de luz dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz (2) láser, para recibir y redirigir dicho haz de luz
- 10 láser y proyectarlo sobre dicha superficie (100) que debe ser caracterizada,
- [d] un receptor de luz (10) dispuesto respecto a dicha superficie (100) y a dichos primeros medios de redireccionamiento (8) de manera que dicho receptor de luz (10) capta un área de escaneo (12) que corresponde a una área de dicha superficie (100) que debe ser caracterizada que incluye dicho abanico
- 15 (6) proyectado sobre dicha superficie (100), y
- [e] unos medios de control (14) funcionalmente asociados a dicho emisor y dicho receptor de luz (2, 10) para sincronizar el funcionamiento conjunto de dicho emisor de luz (2) y dicho receptor de luz (10), y
- [f] estando dichos primeros medios de redireccionamiento (8) y dicho receptor de luz (10) separados a una distancia predeterminada conocida que define una
- 20 línea de base (28) constante entre ambos y formando dicho abanico (6),
- [i] una vez redirigido, un primer ángulo (α) con respecto a dicha línea de base (28), y
- [ii] una vez reflejado por dicha superficie (100) un segundo ángulo (β)
- 25 con respecto a dicha línea de base (28),

caracterizado por que

- [g] dicho receptor de luz (10) comprende unos primeros medios de procesamiento (18) propios, configurados para obtener a partir de dicha área de escaneo (12) captada, una pluralidad de puntos iluminados por la reflexión
- 30 de dicho abanico (6) en dicha superficie (100), y por que
- [h] dichos primeros medios de redireccionamiento (8) están montados rotativos alrededor de por lo menos un eje (16) fijo con respecto a dicho emisor y dicho

receptor de luz (2, 10), estando el giro de dichos primeros medios de redireccionamiento (8) controlado por dichos medios de control (14), para desplazar dicho abanico (6) dentro de dicha área de escaneo (12) a lo largo de una pluralidad de posiciones instantáneas (P1, P2) distintas, de manera sincronizada con el funcionamiento de dicho emisor de luz (2) y dicho receptor de luz (10).

2.- Conjunto de escaneo por láser según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos primeros medios de difracción (4) están dispuestos entre dicho emisor de luz (2) láser y dichos primeros medios de redireccionamiento (8) de luz, de manera que dicho haz de luz láser se transforma en primer lugar en una configuración de abanico (6) plano, y luego es redirigido por dichos medios de redireccionamiento (8) para proyectar dicho abanico (6) sobre dicha superficie (100) que debe ser caracterizada.

3.- Conjunto de escaneo por láser según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** dicho receptor de luz (10) comprende una región de interés (20) que corresponde a una parte de dicha área de escaneo (12), siendo dicha región de interés (20) móvil en dicha área de escaneo (12) controlada por dichos medios de control (14), en función de la posición angular de dichos primeros medios de redireccionamiento (8), de manera que dicha región de interés (20) es desplazada en dicha área de escaneo (12) para contener la posición instantánea de dicho abanico (6) en dicha área de escaneo (12).

4.- Conjunto de escaneo por láser según la reivindicación 3, **caracterizado por que** dicha área de escaneo (12) es un paralelogramo de ángulos rectos con una base y una altura predeterminadas y dicha región de interés (20) es un paralelogramo de ángulos rectos.

5.- Conjunto de escaneo por láser según la reivindicación 4, **caracterizado por que** dicha región de interés (20) ocupa la totalidad de dicha base o dicha altura de dicha área de escaneo (12).

6.- Conjunto de escaneo por láser según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dicho emisor de luz (2), dichos medios de redireccionamiento y

dicho receptor de luz (10) están encapsulados en por lo menos una carcasa (22a, 22b) y porque dicha por lo menos una carcasa comprende una ventana de emisión (24) y una ventana de recepción (26), estando dichos medios de redireccionamiento enfrentados a dicha ventana de emisión para proyectar dicho abanico (6) plano sobre
 5 dicha superficie (100), mientras que dicho receptor de luz (10) está enfrentado a dicha ventana de recepción para captar dicha área de escaneo (12).

7.- Conjunto de escaneo por láser según la reivindicación 6, **caracterizado por que** dicha carcasa (22a, 22b) es estanca al agua y porque dicho láser es verde o azul.

8.- Vehículo, **caracterizado por que** comprende un conjunto de escaneo según
 10 cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

9.- Vehículo según la reivindicación 8 cuando depende de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** dicho dispositivo es un vehículo subacuático.

10.- Vehículo según la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicho vehículo subacuático es un vehículo subacuático operado a distancia o autónomo.

15 11.- Procedimiento de escaneo (1) por láser para obtener una caracterización de la forma de una superficie (100) que comprende las etapas de:

[a] emitir un haz de luz láser a través de un emisor de luz (2) láser,

[b] transformar dicho haz de luz láser en una configuración de abanico (6) plano a través de unos primeros medios de difracción (4) dispuestos aguas abajo de
 20 dicho emisor de luz (2) láser,

[b] recibir dicho haz láser y redireccionarlo para proyectarlo sobre dicha superficie (100) que debe ser caracterizada, a través de unos primeros medios de redireccionamiento (8) de luz dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz (2) láser,

25 [c] captar un área de escaneo (12) de dicha superficie (100) que debe ser caracterizada a través de un receptor de luz (10) dispuesto respecto a dicho emisor de luz (2), conteniendo dicha área dicho abanico (6) proyectado sobre dicha superficie (100), y

- [d] sincronizar la emisión de dicho abanico emisor de luz (2) y la captación por parte de dicho receptor de luz (10) a través de unos medios de control (14) funcionalmente asociados a dicho emisor y dicho receptor de luz (2, 10),
- [e] estando dichos primeros medios de redireccionamiento (8) y dicho receptor de luz (10) separados a una distancia predeterminada conocida que define una línea de base (28) entre ambos y formando dicho abanico (6),
- 5 [i] una vez redirigido, un primer ángulo (α) con respecto a dicha línea de base (28), y
- [ii] una vez reflejado por dicha superficie (100) un segundo ángulo (β)
- 10 con respecto a dicha línea de base (28),
- caracterizado por que** comprende las etapas adicionales de
- [f] obtener, a través de unos primeros medios de procesamiento (18) propios de dicho receptor de luz (10) que identifican una pluralidad de puntos iluminados en el área de escaneo (12) por la reflexión del abanico (6), y
- 15 [g] rotar dichos primeros medios de redireccionamiento (8) alrededor de por lo menos un eje (16) fijo con respecto a dicho emisor y dicho receptor de luz (2, 10), estando el giro de dichos primeros medios de redireccionamiento (8) controlado por dichos medios de control (14), para desplazar dicho abanico (6) dentro de dicha área de escaneo (12) a lo largo de una pluralidad de posiciones
- 20 instantáneas (P1, P2) distintas de manera sincronizada con el funcionamiento de dicho emisor de luz (2) y dicho receptor de luz (10), y
- [h] repetir dichas etapas [a] a [f] para una pluralidad de posiciones angulares de dichos medios de redireccionamiento para obtener una nube de puntos tridimensional que caracterice geométricamente dicha superficie (100).
- 25 12.- Procedimiento de escaneo (1) por láser según la reivindicación 11, **caracterizado porque** dichos primeros medios de difracción (4) están dispuestos entre dicho emisor de luz (2) láser y dichos primeros medios de redireccionamiento (8) de luz de manera que dicho haz de luz láser se transforma en primer lugar en una configuración de abanico (6) plano, y luego es redirigido por dichos medios de redireccionamiento (8)
- 30 para proyectar dicho abanico (6) sobre dicha superficie (100) que debe ser caracterizada.

- 13.- Procedimiento de escaneo (1) por láser según la reivindicación 11 o 12, **caracterizado porque** comprende la etapa de aplicar una región de interés (20) sobre una parte de dicha área de escaneo (12), siendo dicha región de interés (20) móvil en dicha área de escaneo (12) controlada dichos medios de control (14), en función de la
- 5 posición angular de dichos primeros medios de redireccionamiento (8), de manera que dicha región de interés (20) es desplazada en dicha área de escaneo (12) para contener la posición instantánea de dicho abanico (6) en dicha área de escaneo (12).

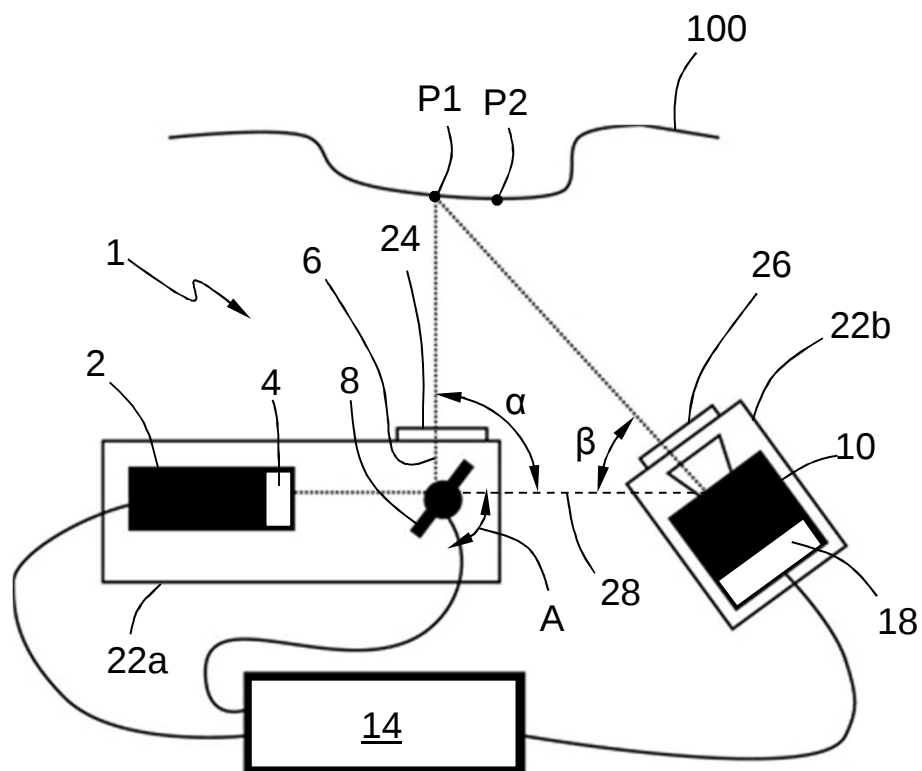


FIG.1

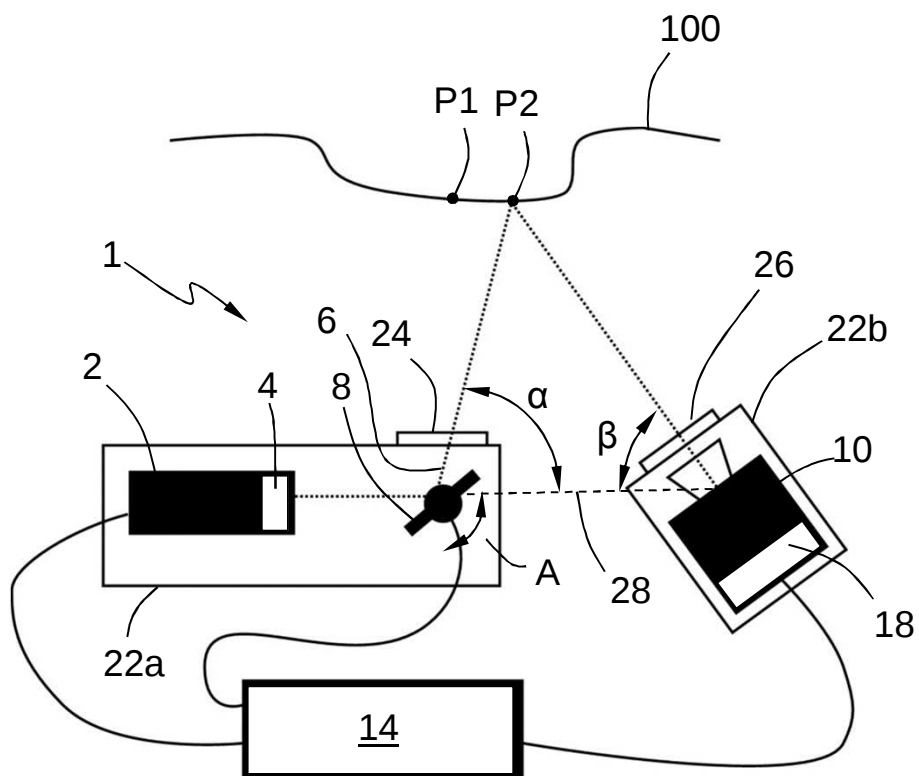
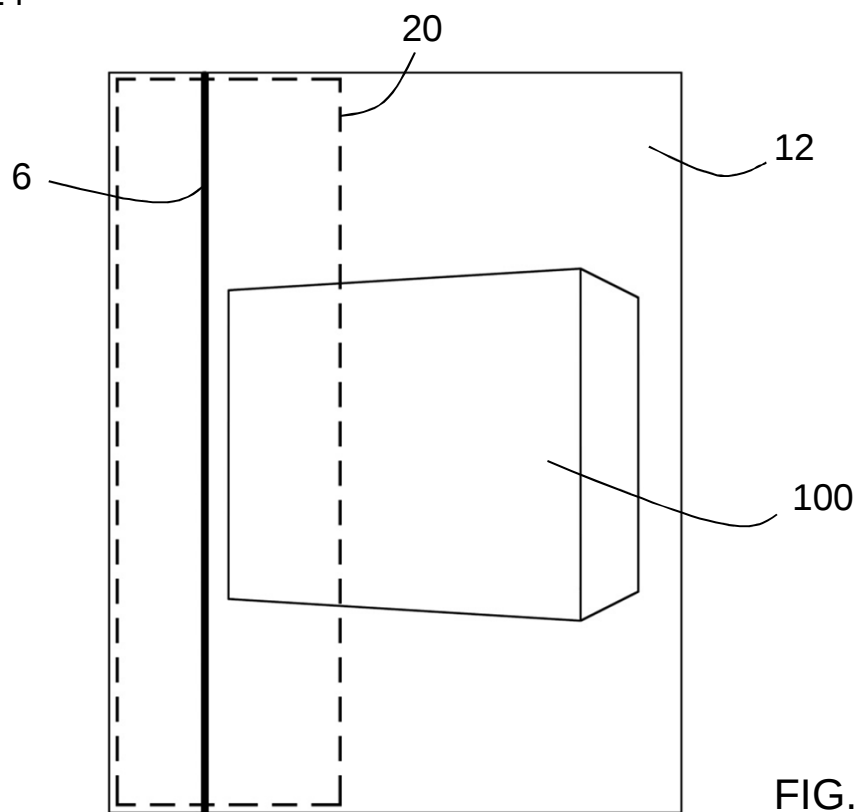
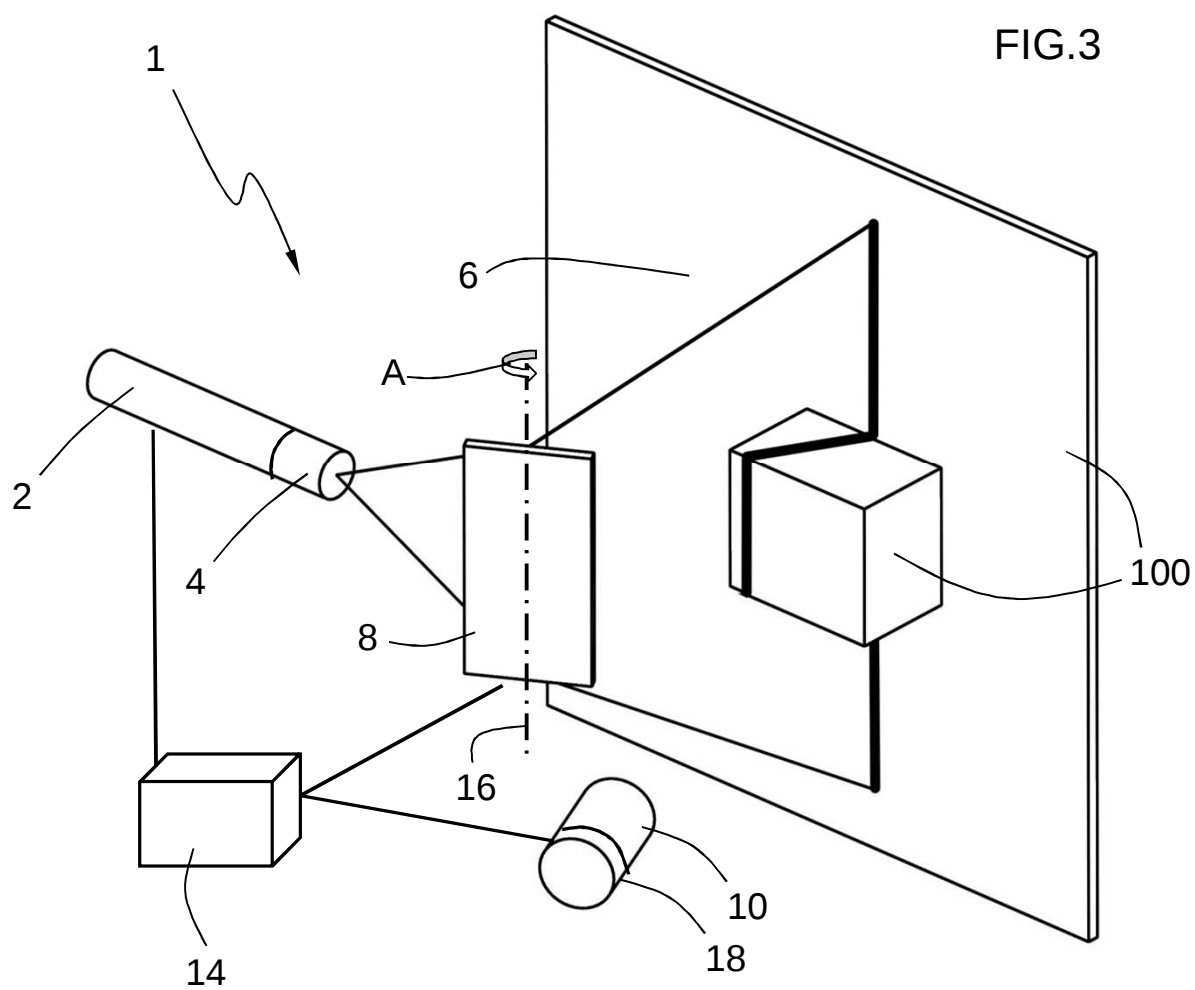
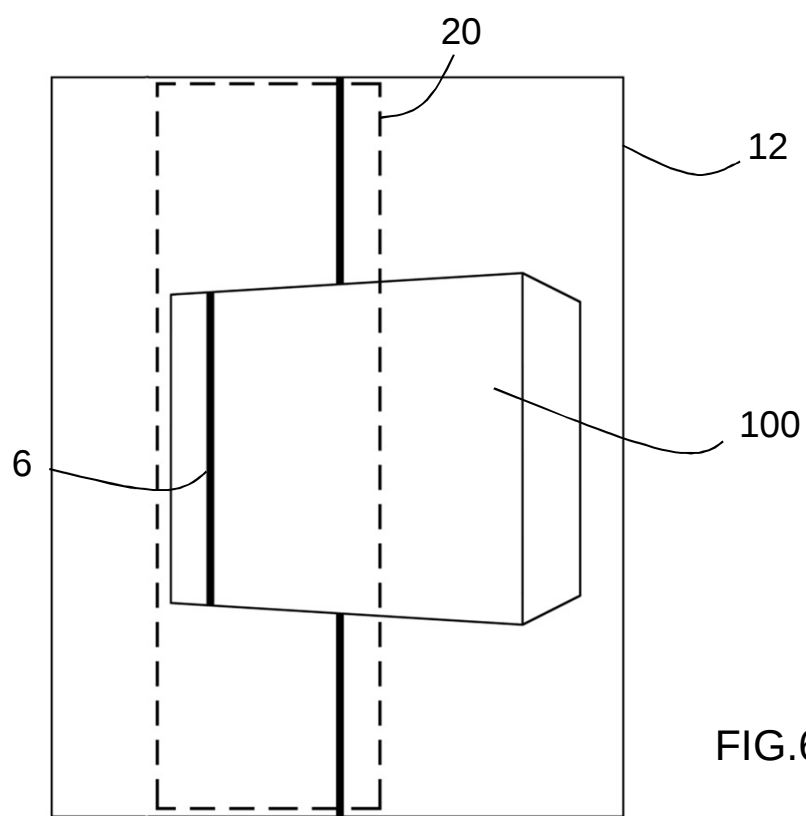
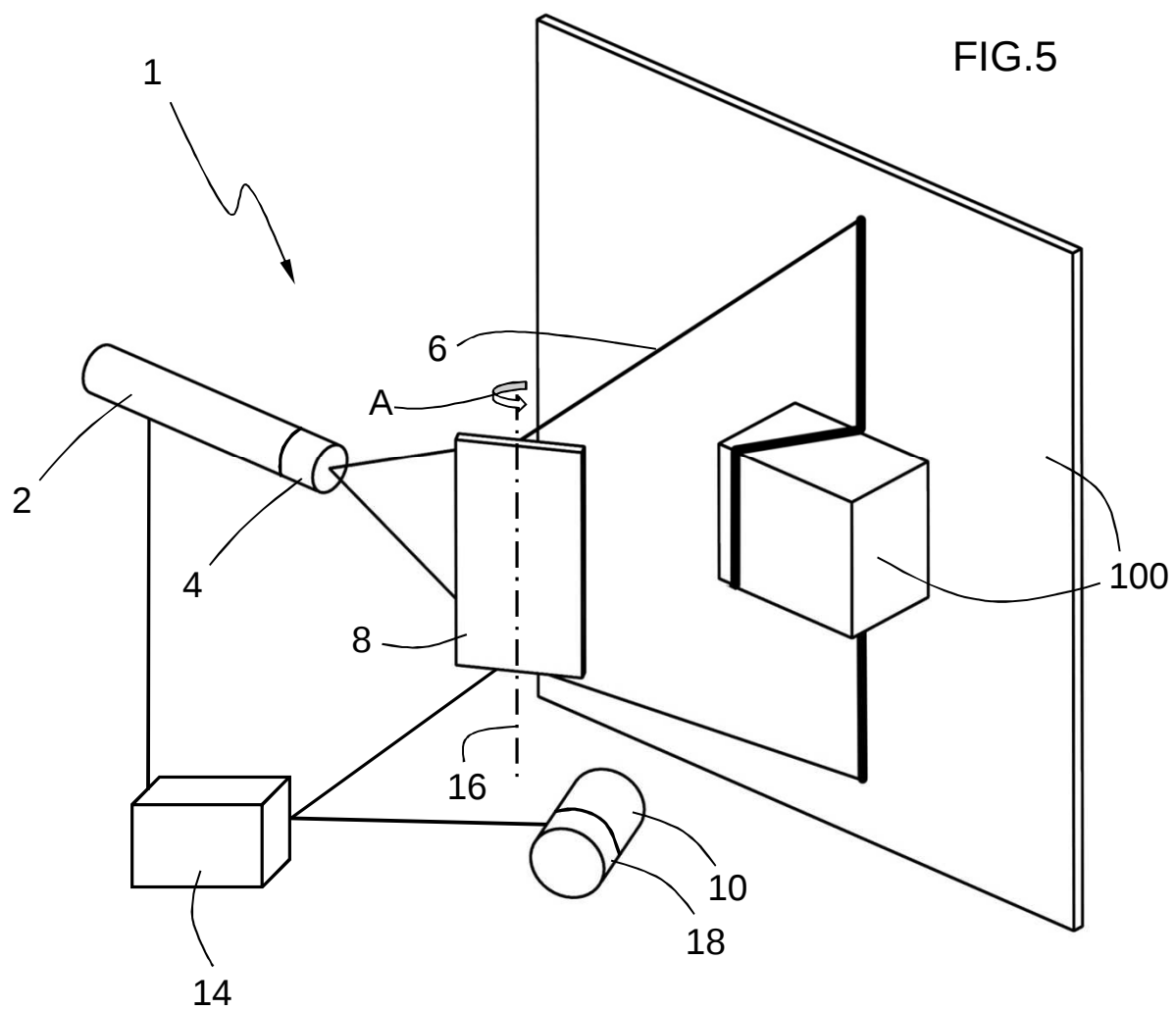


FIG.2





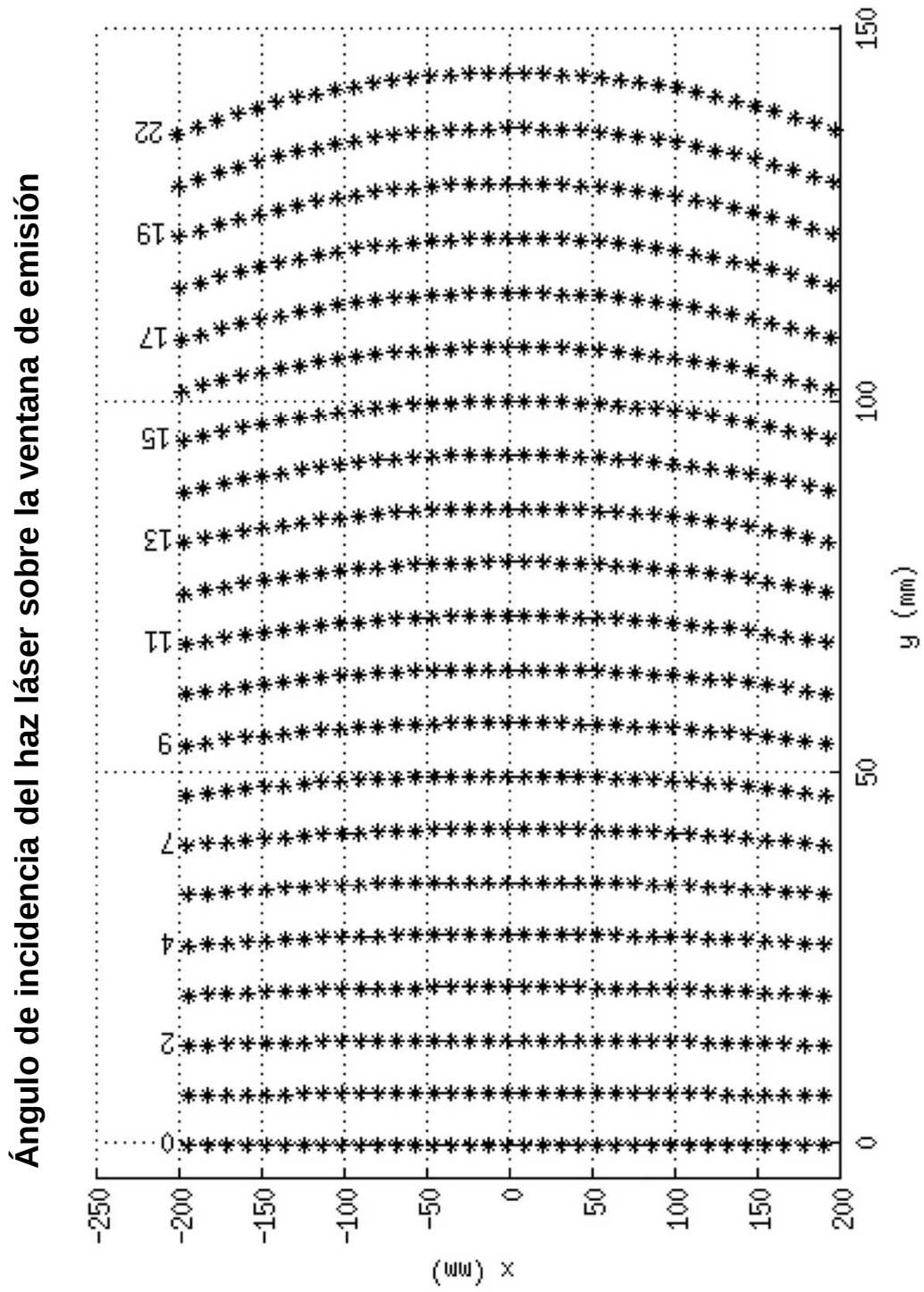
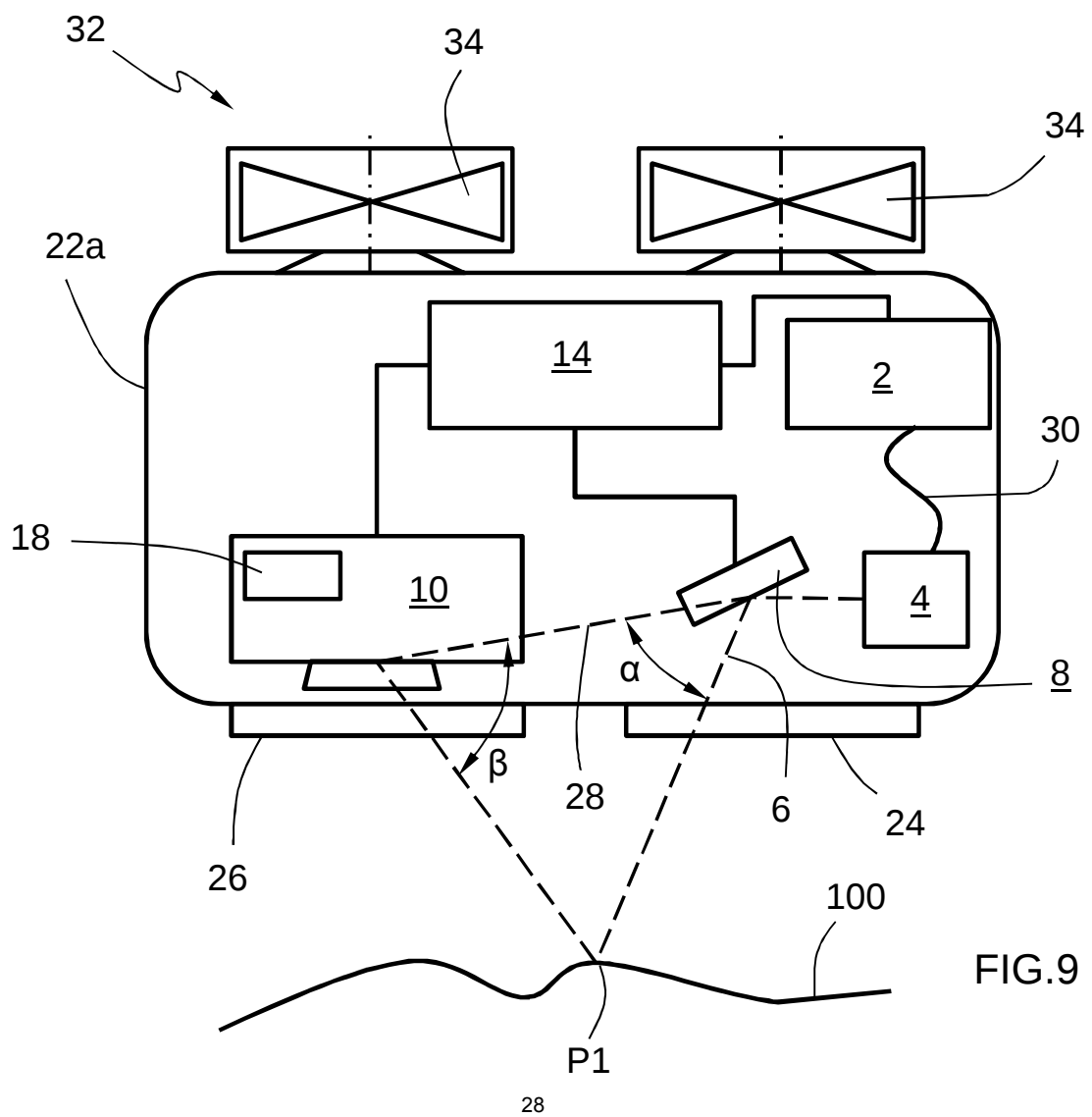
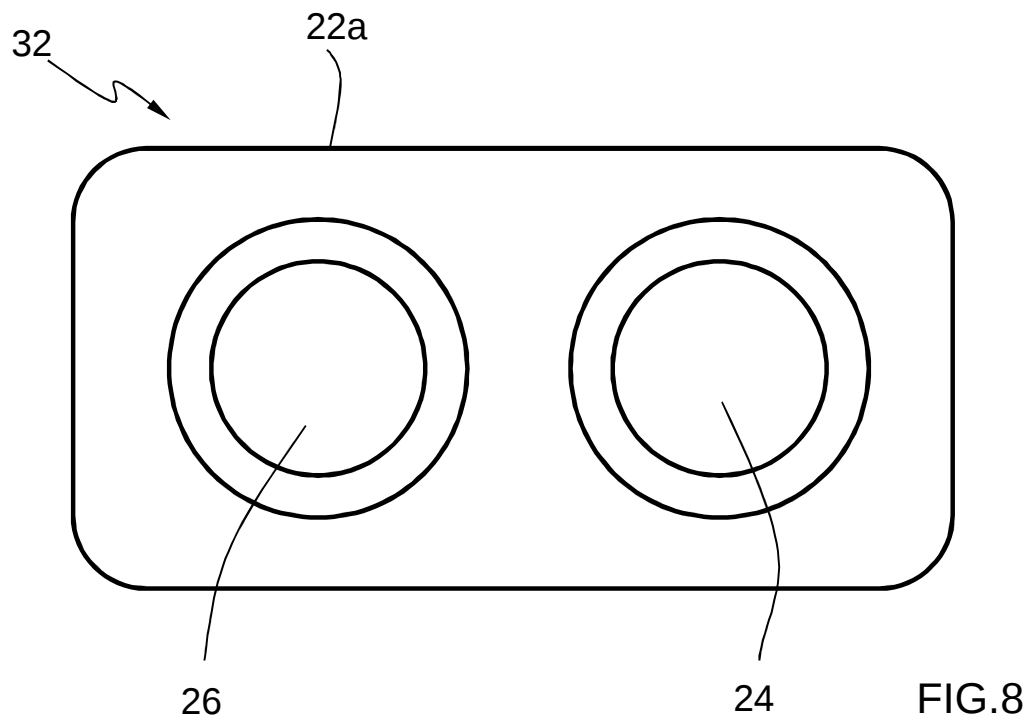


FIG.7



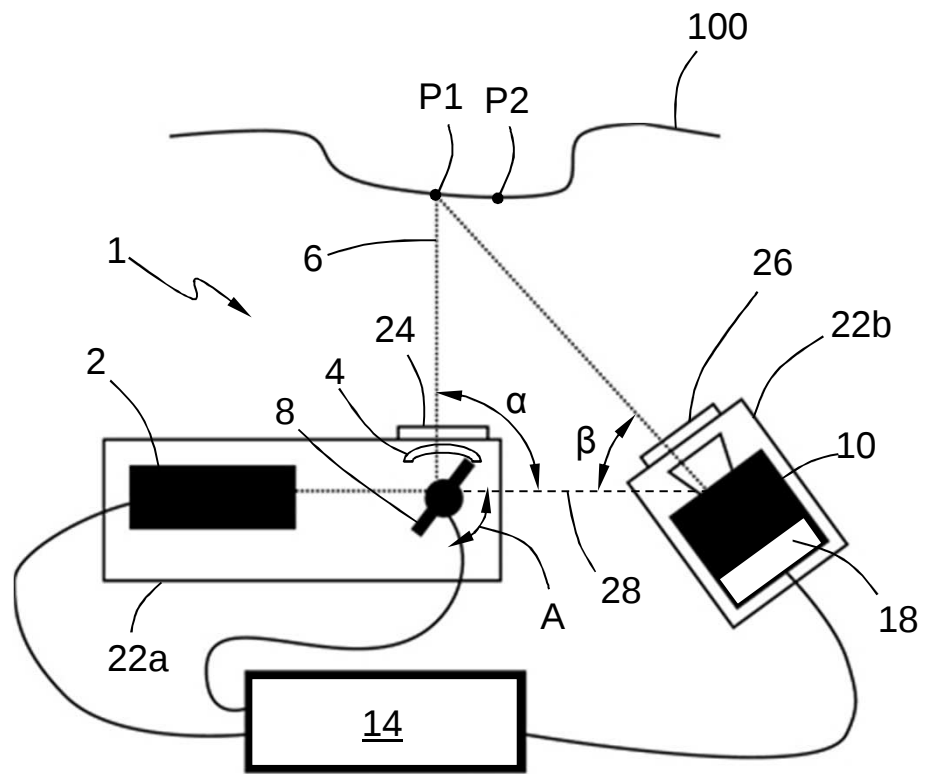


FIG.10



- ②① N.º solicitud: 201730372
②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.03.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01B11/25** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	DE 102015202182 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 11/08/2016, resumen; párrafos [0003]-[0005], [0008], [0033], [0064]; figuras 1 y 13a-b.	1-13
Y	US 2012/0062963 A1 (GILLHAM, J. et al.) 15/03/2012, resumen; párrafos [0005]-[0008], [0010], [0036]-[0040], [0047]-[0048]; figuras 1-4.	1-13
A	GB 2509247 A (2G ROBOTICS INC.) 25/06/2014, Resumen; párrafos [0003]-[0009], [0062]-[0064]; figura 3A.	1-3, 6-12
A	US 6600553 B1 (STONE, W.) 29/07/2003, Todo el documento.	1, 2, 4, 6, 8, 11, 12
A	WO 2016/024026 A1 (FUGRO N.V.) 18/02/2016, Todo el documento.	1, 2, 4, 6-12
A	JP S61186805 A (FUJITSU LTD.) 20/08/1986, Todo el documento.	1-4, 11, 12

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
14.03.2018

Examinador
Ó. González Peñalba

Página
1/5

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

G01B, B63C, 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, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.03.2018

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-13	SI
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		SI
	Reivindicaciones	1-13	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 102015202182 A1 (SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT)	11.08.2016
D02	US 2012/0062963 A1 (GILLHAM, J. et al.)	15.03.2012

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

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1-13 de la presente Solicitud carece de actividad inventiva por poder ser deducida de forma evidente del estado de la técnica por un experto en la materia.

En efecto, en el documento D01, citado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) con la categoría Y para dichas reivindicaciones y considerado entre los antecedentes tecnológicos más próximos al objeto en ellas definido, se describe un conjunto de escaneo por láser (véanse, por ejemplo, los párrafos [0033] y [0060] –en adelante las referencias entre paréntesis aluden a este documento D01–) para obtener una caracterización geométrica de la forma de una superficie a partir del principio de triangulación (véase el resumen), que comprende:

- un emisor de luz de láser (referencia L en la Figura 13) para emitir un haz de luz de láser,
- unos primeros medios de difracción (el DOE –elemento óptico difractivo– de, por ejemplo, la Figura 13) para transformar dicho haz de luz de láser en una cierta configuración de medida (“Messmustern” –resumen–) formada por haces puntuales (“Messpunkte”), dispuestos aguas abajo con respecto a dicho emisor de luz de láser (según se observa en la Figura 13),
- unos primeros medios de redireccionamiento (el espejo “Umlenspiegel” SM de la Figura 13 –véase también el párrafo 64–) de luz, dispuestos aguas abajo de dicho emisor de luz de láser para recibir y redirigir dicho haz de luz de láser y proyectarlo sobre dicha superficie que debe ser caracterizada,
- un receptor de luz (“Erfassungseinrichtung” 3 –párrafo [0064]–), dispuesto respecto a dicha superficie (O) y a dichos primeros medios de redireccionamiento de manera que dicho receptor de luz capta un área de escaneo (obviamente, la del campo de visión de la cámara 3) que corresponde a un área de dicha superficie que debe ser caracterizada y que incluye dicha configuración de puntos proyectada sobre dicha superficie, y
- unos medios de control (“Rechnereinrichtung” –véase el párrafo [0008]–), funcionalmente asociados a dicho emisor y dicho receptor de luz para sincronizar el funcionamiento conjunto de dicho emisor de luz y dicho receptor de luz (como es obvio del hecho de que emisor y receptor han de actuar conjuntamente, y puede inferirse del párrafo [0054]), y
- estando dichos primeros medios de redireccionamiento y dicho receptor de luz separados a una distancia predeterminada conocida que define una línea de base (B –final del párrafo [0003]–), de manera que dicha configuración de haces forma,
 - una vez redirigida, un primer ángulo con respecto a dicha línea de base, y
 - una vez reflejada por dicha superficie, un segundo ángulo con respecto a dicha línea de base (párrafo [0003]),

de tal modo que dichos primeros medios de redireccionamiento están montados rotativos alrededor de, por lo menos, un eje fijo con respecto a dicho emisor y dicho receptor (párrafo [0033] y Figura 13), estando el giro de dichos primeros medios de redireccionamiento controlado por dichos medios de control para desplazar dicha configuración de haces dentro de dicha área de escaneo a lo largo de una pluralidad de posiciones instantáneas distintas (dadas por la propia rotación), de manera sincronizada con el funcionamiento de dicho emisor de luz y dicho receptor de luz.

Se observa, por tanto, que las diferencias técnicas esenciales entre la primera reivindicación de esta Solicitud y el dispositivo de D01 son:

- que no se configura en D01 el haz con una forma de abanico plano;
- que no se contemplan en D01 unos medios de procesamiento propios del receptor, sino unos únicos medios de procesamiento globales para todos los elementos activos implicados.

En cuanto a la segunda diferencia, no puede considerarse inventiva al tratarse tan solo de un equivalente obvio que recoge la posibilidad evidente de crear una subdivisión en los medios de control principales para simplificar el tratamiento de los datos de medida mediante un pretratamiento que reduzca la cantidad de datos transmitidos, y emplazar tal subunidad físicamente separada de la unidad central, solución que es claramente equivalente a una posible y conocida subunidad de pretratamiento integrada en la unidad central (para el fin, siempre deseable, de simplificar y acelerar los cálculos), y para la que no se aportan detalles diferenciadores adicionales.

Y respecto a la primera diferencia, el haz en abanico puede considerarse un caso particular de la configuración de medida de D01 que no se ha especificado en este documento pero está ya anticipado en este mismo campo de la técnica de caracterización automática de superficies por barrido con láser. Así, el documento D02, citado también en el IET con la categoría Y para las mismas reivindicaciones, en combinación con D01, recoge un dispositivo de caracterización de superficies sumergidas con haz de láser que utiliza un haz configurado en forma de abanico (véase el resumen, así como la forma de la ventana emisora 34A de la Figura 1 de D02). Esta característica tiene el efecto técnico de una ordenación de los datos de medida congruente con el barrido efectuado por el giro del haz, de manera que se obtienen puntos iluminados en hileras fácilmente relacionables con las diversas posiciones de rotación. Tal efecto no se ha considerado en D01, que ilustra como ejemplo una nube de puntos en dos dimensiones cuya correspondencia con las posiciones rotativas del haz de iluminación es difícil de discernir, por lo que el experto de la técnica podrá, en consecuencia, recurrir al haz en abanico de D02 para obtener un mismo efecto técnico de simplificación de correspondencia entre puntos de medida y posiciones rotatorias del haz a la hora de materializar en la práctica la configuración genéricamente definida de haces puntuales obtenidos por difracción en D01. Cabe concluir, por tanto, de todo lo expuesto que dicha primera reivindicación carece de actividad inventiva con respecto a la combinación de D01 y D02, de acuerdo con el Artículo 8 de la vigente Ley de Patentes.

Por su parte, las restantes reivindicaciones de dispositivo, 2-10, bien se encuentran ya idénticamente anticipadas en D01 o D02, como el orden secuencial de difracción y redireccionamiento del haz de láser recogido en la reivindicación 2, el mismo que en D01, o el uso de una carcasa con dos ventanas, de emisión y de recepción (reivindicación 6), idéntica a la de D02; o bien recogen características ya conocidas y susceptibles de aplicación evidente tanto en D01 como en D02, como el uso de una región de interés dentro del área de escaneo (reivindicaciones 3-5), práctica ya conocida y de uso generalizado en el campo de la visión artificial para la economía de computación de los datos. Dichas reivindicaciones 2-7 carecen también, por tanto, de actividad inventiva según dicho Art. 8 LP, al igual que la aplicación en vehículos, específicamente submarinos, recogida en las reivindicaciones 8-10.

Y, por último, un razonamiento análogo puede hacerse para las reivindicaciones 11-13, de método, que vienen a recoger un mismo conjunto o sistema ya definido, ahora en su aspecto de funcionamiento, refiriendo cada elemento en función de cómo actúa en el conjunto, y que se verán afectadas, por tanto, de igual manera en su actividad inventiva utilizando en el razonamiento esa misma analogía entre los distintos elementos y su funcionamiento con los dispositivos de D01 y D02. Dichas reivindicaciones 11-13 carecen también, en conclusión, de actividad inventiva con respecto a la combinación de D01 y D02, de acuerdo con el mencionado Art. 8 LP.