

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual  
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional  
04 de junio de 2020 (04.06.2020)



(10) Número de publicación internacional  
**WO 2020/109633 A1**

(51) Clasificación internacional de patentes:  
G01S 17/89 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2018/070759

(22) Fecha de presentación internacional:  
27 de noviembre de 2018 (27.11.2018)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(71) Solicitante: AEROLASER SYSTEM S.L. [ES/ES]; AV-DA. José Mesa Y López, N° 45 - Local D4, 35010 Las Palmas De Gran Canaria (ES).

(72) Inventor: HERRERA AZORÍN, Tomás; Avda. José Mesa Y López, N° 45 - Local D4, 35010 Las Palmas De Gran Canaria (ES).

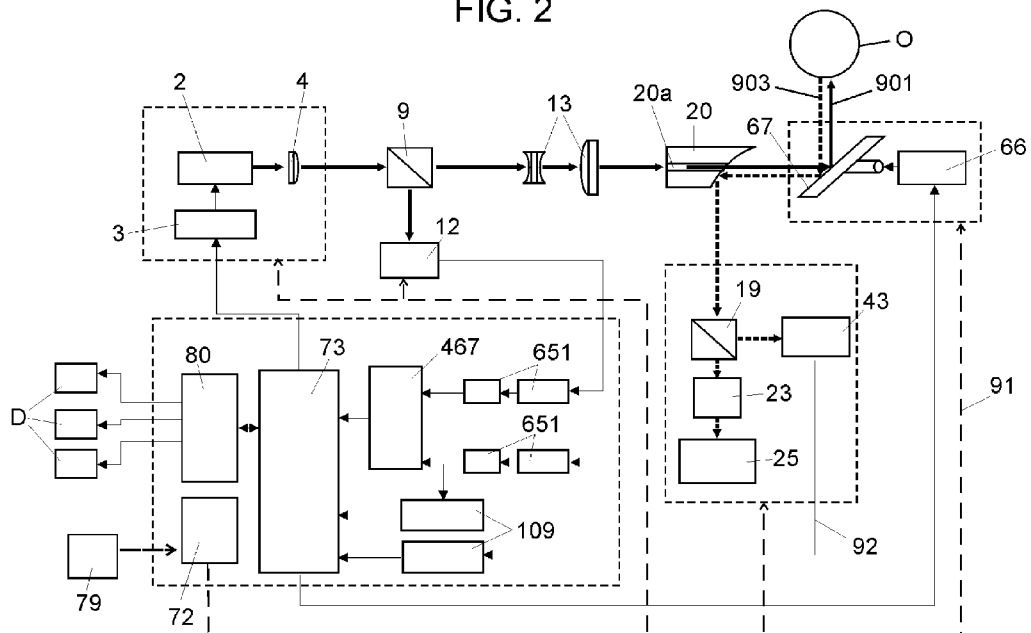
(74) Mandatario: DEL VALLE VALIENTE, Sonia; C/miguel Angel Cantero Oliva, 5-53 -, Boadilla Del Monte, 28660 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: AIRBORNE COLOUR OPTICAL SCANNER

(54) Título: ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO

FIG. 2



(57) Abstract: An AIRBORNE COLOUR OPTICAL SCANNER of the Flash-LADAR system, with a laser (2), optics (4), a beam splitter (9) toward a first detector (12), a rotating primary mirror (67), an orificed secondary mirror (20) to be traversed by the laser pulse emitted, a detection system with a pulse detector (25) and an electronic timer unit (467), a microcontroller (73), user interface (80), amplification and filtering (651), power distribution (82), power source (72) and connector (79), where the detection system, in addition to the pulse detector (25) comprises a colour detector (43) and means, preferably a dichroic mirror (19) with a selective wavelength, which separate the spectral components of the returning laser pulse from the spectral components corresponding to the colours, causing the spectral components of the pulse to bear on said pulse detector (25) and the spectral components of the colours



WO 2020/109633 A1

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

**(84) Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

— *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*

---

on the colour detector (43).

**(57) Resumen:** ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO de sistema Flash-LADAR con láser (2), ópticas (4) divisor de haz (9) hacia un primer detector (12), espejo primario (67) rotatorio, espejo secundario (20) orificado para ser atravesado por el pulso láser emitido, sistema detector con detector de pulso (25) y unidad electrónica con sistema de conteo de tiempo (467), microcontrolador (73), interfaz de usuario (80), amplificación y filtrado (651), distribución de alimentación (82), fuente de alimentación (72) y conector (79), donde el sistema detector, además del detector de pulso (25), comprende un detector de color (43) y medios, preferentemente un espejo dicróico (19) con longitud de onda selectiva, que separan las componentes espectrales del pulso láser de retorno de las componentes espectrales correspondientes a los colores, haciendo incidir en dicho detector de pulso (25) las componentes espectrales del pulso y las componentes espectrales de los colores en el detector de color (43).

## ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO

### DESCRIPCIÓN

#### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La invención, tal como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a escáner óptico a color aerotransportado que aporta a la función a que se destina ventajas y características, que se describen en detalle más adelante, y que suponen una destacable  
10 novedad en el estado actual de la técnica.

Más en particular, el objeto de la invención se centra en un escáner óptico aerotransportado basado en Flash-LADAR (*Laser Detection and Ranging*, detección y alcance láser), capaz de adquirir una nube de puntos geo-posicionados con información de color. Esta nube de  
15 puntos puede ser empleada para el procesado de contorno y generación de curvas de nivel para ortofotos digitales, o como base para la creación de un escenario 3D de alta resolución a partir de imágenes de alta resolución tomadas.

#### CAMPO DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

20 El campo de aplicación de la presente invención se enmarca dentro del sector de la industria dedicada a la fabricación de sistemas de captación de imágenes y cartografiado, centrándose particularmente en el ámbito de los basados en tecnología láser y, al mismo tiempo, en los destinados a su aplicación aerotransportada para captación de imágenes y  
25 cartografía aéreas.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Como es sabido, el principio de funcionamiento de los sistemas LADAR (*LAser Detection  
30 And Ranging*)[1], [2] en que se basa la presente invención, consiste en la medición de distancia a partir del cálculo del tiempo transcurrido desde la emisión de un pulso láser hasta su recepción, después de incidir en el objetivo, denominado tiempo de vuelo ToF (*Time of Flight*). El uso de la tecnología LADAR es ampliamente empleadas en sectores como el militar [3], [4], espacial[5], topografía civil o conducción autónoma de vehículos [6], [7].

35 Se pueden distinguir tres tipos de sistemas LADAR: los fijos, que permiten medir distancias en un escenario con una alta densidad de puntos, con baja restricción de tiempo de

adquisición de muestras. Los aéreo-transportados para capturar la orografía del terreno, donde se precisa de alta densidad de puntos en una sola pasada. Y los móviles terrestres empleado en mobile-mapping [8], [9], sistemas pasivos de seguridad en vehículos [10], [11] o conducción autónoma[12], [13]. En ocasiones, para aplicaciones de mapeo, junto con el sistema LADAR se incluyen cámaras de alta resolución o cámaras de infrarrojos. La toma de estas imágenes complementa el paquete de datos, y es posible generar escenarios de alta resolución combinando la nube de punto con las imágenes de alta resolución.

El principio de funcionamiento de un sistema LADAR, en su versión más simplificada, se basa en el uso de un solo haz láser, empleado para la medición de distancia a partir del cálculo del tiempo transcurrido desde la emisión del pulso láser, hasta su recepción después de incidir en el objetivo, denominado tiempo de vuelo ToF. Para ello el láser emite un pulso de corta duración (en torno a los nano-segundos), con una frecuencia determinada, entre los 100kHz y 1000kHz. Este pulso láser, atraviesa un conjunto de lentes ópticas con el fin de obtener un tamaño de spot, comúnmente denominado huella, a una distancia determinada. Antes de que el haz láser salga del sistema LADAR, se registra el tiempo en el que ha salido el haz mediante un detector. El haz generado sale del sistema LADAR, y una vez que alcanza el objetivo, una fracción de la potencia del láser es reflejado por el objetivo. El nivel de energía reflejada depende del material del que está compuesto el objetivo. La fracción de energía reflejada alcanza de nuevo el sistema LADAR, donde un sistema óptico concentra la energía recibida en un detector de alta eficiencia, que transforma esta energía en un pulso eléctrico que permite determinar el tiempo en el que ha llegado el pulso. Para determinar el ToF se realiza la diferencia entre el tiempo de emisión y el de recepción gracias a un dispositivo electrónico denominado TDC (*Time to Digital Converter* - Conversor Digital de Tiempo).

El objetivo final de los sistemas LADAR es la generación de una nube de puntos que represente un escenario 3D, como puede ser una habitación, una zona exterior o un terreno. Sea cual sea la aplicación final, el sistema de emisión láser y receptor deben observar el área a muestrear, por lo que se precisa de un movimiento que permita obtener este escenario 3D. Una de las estrategias más empleadas por los equipos LADAR de un solo haz se basa en el uso de un espejo rotatorio. Este permite observar el área a muestrear para poder enviar y recibir el haz láser, manteniendo el sistema de emisión láser y el detector fijos. En este caso el sistema realiza barridos lineales de 360°, y para escanear el área deseada, el equipo se instala en un vehículo, que se mueve a una velocidad conocida, de esta forma se obtiene la nube de puntos del escenario.

Un aspecto fundamental en los equipos LADAR es la densidad de puntos que son capaces de muestrear. Para incrementar la densidad de puntos de la nube se emplean distintas estrategias, la más inmediata es incrementar la frecuencia de pulso láser y disminuir la velocidad de rotación del sistema de espejo y la del vehículo. Sin embargo, esto no siempre es posible, debido a limitaciones en el sistema láser o limitaciones en la velocidad mínima del vehículo, por ejemplo, una avioneta. Otra forma de incrementar la densidad de puntos en sistemas de un solo haz láser es limitando el ángulo de muestreo. Para ello se emplea un sistema de espejos más complejos, basado en espejos de polígonos [2], o sistemas de prismas que desvían el haz cuando se les hace girar, denominados prismas Risley [14], [15].

Otra forma de incrementar la densidad de puntos es emplear matrices de detectores, de esta forma con un solo pulso láser se adquieren multitud de puntos, a costa de incrementar la complejidad del sistema electrónico detector. Este tipo de implementación se denomina Flash-LADAR. En este caso el sistema óptico que acompaña al sistema emisor láser debe ampliar la huella que imprime el láser sobre el objetivo. Debido a esto es necesario emplear láseres más potentes con el fin de poder recibir la energía necesaria en cada detector, dado que se distribuye la energía del pulso en la huella. Existen soluciones que incrementan la energía de la radiación óptica de la huella empleando matrices de emisores láseres [6].

En lo referente a Flash-LADAR aéreotransportado es importante tener en cuenta que el recorrido que debe realizar la aeronave debe estar optimizado debido a los costes de vuelo, y por lo general se seleccionan las condiciones de adquisición de muestra para tan solo tener realizar una pasada de vuelo. En dichas operaciones de vuelo se realizan solapes de muestras, para evitar dejar áreas ciegas en la nube de punto. Por lo tanto, es imprescindible adquirir, en una sola operación de vuelo, la mayor densidad de puntos posible, y de esta forma obtener una alta resolución de datos.

En cuanto al sistema detector, se suelen emplear detectores con alta eficiencia y alta ganancia, como son los Fotodiodos de Avalancha o APD (*Avalanche PhotoDiode*), a los que se les aplica un alto voltaje para conseguir ganancias de corriente del orden de 1000. Esto permite detectar la débil señal recibida de la reflexión en el objetivo. En el caso de los equipos Flash-LADAR, los detectores se disponen en matrices de APD, similar a una cámara CCD (*charge-coupled device*, dispositivo de carga acoplada), donde cada fotodetector representa una porción del retorno de la huella láser reflejada por el objetivo.

Hay que tener en cuenta la dependencia de la resolución final del sistema en función del diámetro de la huella y el campo de visión (FOV) del sistema receptor. Para aumentar esta resolución, en sistemas LADAR de un solo detector, se disminuye la divergencia del haz,

reduciendo el diámetro de huella láser en el objetivo. Cuando se emplean matrices de detectores, la resolución viene determinada por el campo de visión de cada detector, debido a que cada elemento detector recibe una porción de la radiación reflejada. En este caso la huella del láser en el objetivo debe cubrir todos los elementos del detector.

5

La respuesta eléctrica de los detectores es filtrada para eliminar ruido, antes de trasladarla al sistema electrónico encargado de contar el tiempo entre la emisión del pulso y su recepción. Existen dispositivos electrónicos comerciales que realizan esta tarea, denominados conversores digitales de tiempo, TDC (*Time to Digital Converter*), aunque es posible implementarlo en sistemas como las FPGA's (*field-programmable gate array*, matriz de puertas programables). La resolución temporal de estos dispositivos determinará la resolución espacial del sistema, pudiendo alcanzar los picosegundos, lo que equivale a una resolución espacial de centímetros o milímetros.

10

15

El volumen de datos generados de un equipo Flash-LADAR es almacenado junto con datos temporales que permiten sincronizar la dirección hacia donde se apuntaba el láser cuando el pulso fue emitido. Un sistema GPS y una unidad de medición inercial (IMU *Inertial Measurement Unit*), proporcionan la información de la actitud del equipo (posición, cabeceo, alabeo y guiñada) en el momento de emisión del pulso, con el fin de localizar cada punto de la nube. Cuando se toman imágenes de alta resolución para la generación de escenarios 3D, se establece la unión de las imágenes con la nube de punto. Aunque existen programas informáticos especializados encargados de automatizar esta tarea, hay ocasiones en las que es necesario realizar esta tarea de forma manual. Para incrementar el número de puntos que relacionan el dato tomado por el sistema LADAR y la imagen de alta resolución, sería conveniente poseer el valor de color del punto LADAR. Esto permitiría, además, crear escenarios 3D a color real sin la necesidad de instalar cámaras de alta resolución, lo que abarataría la operación de toma de muestras, o podría ser empleados en aeronaves con poca capacidad de carga, como por ejemplo drones.

20

25

30

El objetivo de la presente invención, por tanto, es el desarrollo de un escáner óptico con sistema Flash-LADAR que, además de adquirir datos de ToF, sea capaz de adquirir la información de color en cada punto.

35

Por otra parte, y como referencia al estado actual de la técnica, cabe señalar que, si bien como se ha señalado existen equipos del tipo que aquí concierne, al menos por parte del solicitante, se desconoce la existencia de ningún otro escáner óptico a color

aerotransportado o invención similar que presente características técnicas iguales o semejantes a las que presenta el que aquí se reivindica.

## EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

5

El escáner óptico a color aerotransportado que la invención propone se configura, pues, como una destacable novedad dentro de su campo de aplicación, ya que, a tenor de su implementación y de manera taxativa, se alcanzan satisfactoriamente los objetivos anteriormente señalados como idóneos, estando los detalles caracterizadores que lo hacen posibles y que lo distinguen convenientemente recogidos en las reivindicaciones finales que acompañan a la presente descripción.

10

En concreto, lo que la invención propone, como se ha apuntado anteriormente, es un escáner óptico aerotransportado que basado en la tecnología de Flash-LADAR se distingue por el hecho de estar configurado con medios que lo hacen capaz de adquirir la nube de puntos geo-posicionados con información de color, la cual, ventajosamente, puede ser empleada para el procesado de contorno y generación de curvas de nivel para ortofotos digitales, o como base para la creación de un escenario 3D de muy alta resolución a partir de las imágenes de alta resolución tomadas.

20

De manera más específica, el escáner propuesto es un equipo capaz de adquirir, junto con las medidas estándar de tiempo de vuelo (ToF), un dato del color de cada punto tomado. Este valor de color permite relacionar de una forma automatizada, el valor de ToF con la posición en las imágenes de alta resolución, o si la aplicación lo requiere, este sistema permite obtener una nube de puntos con el color adquirido, lo que permite crear escenarios 3D de color con la resolución de la nube de puntos. Para ello, el escáner se configura, esencialmente, a partir de un sistema de emisión láser, un sistema receptor y una electrónica que realiza el tratamiento de las señales recibidas y gestiona el equipo.

25

El sistema de emisión está compuesto por una fuente láser pulsada, un conjunto de lentes ópticas que ajustan la divergencia del haz de salida para obtener un tamaño de huella adecuado en un rango de trabajo específico.

30

Para tomar el instante en el que el haz láser es emitido por el sistema LADAR, el sistema láser suele poseer una señal de baja potencia que es empleada como referencia de inicio del pulso. En caso de que el sistema láser no posea esta señal, en el camino óptico de

35

salida del haz láser, un pequeño porcentaje de la radiación es desviada hacia un detector, empleado para detectar el instante en el que se dispara el pulso láser.

A la salida del pulso láser existe un sistema de espejo, espejo primario, que desvía el haz láser de salida hacia el objetivo. Este espejo primario rota constantemente, y de la misma forma que desvía el haz, recibe el pulso reflejado por el objetivo, y lo dirige hacia un espejo secundario del sistema detector que distingue el equipo de la invención. Este espejo secundario posee un orificio atravesado por el pulso láser emitido, compartiendo el eje óptico.

10 Como espejo secundario del sistema detector se emplea un espejo parabólico *off-axis*, que concentra y desvía 90° el pulso retornado por el objetivo, hacia un conjunto de sensores/detectores de color. En concreto, en el antedicho sistema detector se separan las componentes espectrales del pulso láser de las componentes espectrales correspondientes a los colores, mediante un espejo dicróico. El pulso láser filtrado ópticamente alcanza un conjunto de detectores de alta ganancia, donde la señal es amplificada y filtrada eléctricamente, lo que permite su adquisición para calcular la diferencia del tiempo entre la emisión del pulso y su recepción. Las componentes espectrales correspondientes al color alcanzan los sensores de color RGB, donde la señal es amplificada y filtrada para ser enviada al sistema electrónico que incorpora el equipo y que muestrea a alta velocidad la información de color, con el fin de sincronizar la llegada del pulso láser con el valor de color en el instante preciso.

La electrónica de dicho sistema es la encargada de controlar el equipo y gestionar el flujo de datos hacia el exterior del equipo para su almacenamiento. Además, la electrónica alimenta eléctricamente a todos los componentes del sistema, como el láser, motor de giro del espejo primario rotatorio y los detectores.

El descrito escáner óptico a color aerotransportado representa, pues, una estructura innovadora de características estructurales y constitutivas desconocidas hasta ahora para el fin a que se destina, razones que unidas a su utilidad práctica, la dotan de fundamento suficiente para obtener el privilegio de exclusividad que se solicita.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente

memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, de unas hojas de dibujos, en que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

5 Las figuras número 1-A y 1-B.- Muestran sendas vistas representativas del funcionamiento de una aeronave utilizando, en la figura 1-A, un dispositivo con sistema LADAR, empleando un solo haz láser, y en la figura 1-B, un dispositivo con sistema Flash-LADAR, permitiendo apreciar la diferencia de la huella que recogen.

10 La figura número 2.- Muestra un esquema, en forma de diagrama de bloques, del escáner óptico a color aerotransportado, objeto de la invención, y que utiliza sistema Flash LADAR con información del color, apreciándose las principales partes y elementos que comprende así como el recorrido de salida y retorno del haz láser que emite y detecta.

15 Las figuras número 3-A y 3-B.- Muestran sendas vistas en perspectiva, por ambos lados respectivamente, de un ejemplo del escáner óptico a color aerotransportado, según la invención, alojado en el interior de la carcasa que lo protege, apreciándose la configuración externa de la misma.

20 La figura número 4.- Muestra una vista en planta superior de la caja del escáner de la invención, según el ejemplo mostrado en las figuras 3-A y 3-B, en este caso representado sin la tapa superior de la carcasa, apreciándose todos los elementos que comprende interiormente así como la disposición de los mismos dentro de dicha carcasa.

25 La figura número 5.- Muestra una vista en perspectiva del conjunto óptico completo que comprende el sistema de emisión láser, el sistema receptor y el sistema detector del escáner de la invención, en este caso representado fuera de la carcasa, permitiendo apreciar los principales elementos que comprende así como su configuración y disposición.

30 La figura número 6.- Muestra una vista en perspectiva seccionada, según un corte longitudinal en ángulo recto, del conjunto óptico mostrado en la figura 5, permitiendo apreciar algunos detalles de su configuración interna, en especial la configuración de los espejos, como el orificio en el eje axial del espejo secundario.

35 La figura número 7.- Muestra una vista en perspectiva del sistema de emisión láser del escáner de la invención, en este caso también representado fuera de la carcasa y separado

del resto de elementos del conjunto óptico, permitiendo apreciar las partes y elementos principales que comprende.

5 La figura número 8-A.- Muestra una vista en perspectiva del sistema detector del escáner, según la invención, igualmente representado de modo independiente al resto de sistemas del conjunto óptico para facilitar la observación de sus partes y elementos.

10 Las figuras número 8-B y 8-C.- Muestran, respectivamente, un detalle ampliado del punto del sistema detector en que se incorpora la matriz de detectores de avalancha APD y una vista frontal de dicha matriz de detectores, apreciándose su disposición reticular.

15 La figura número 9.- Muestra una vista en alzado lateral de las placas que conforman la unidad electrónica del escáner de la invención, apreciándose la disposición apilada de las mismas.

20 Y las figuras número 10-A, 10-B y 10-C.- Muestran respectivas vistas en planta de cada una de las placas que conforman la unidad electrónica mostrada en la figura 9, apreciándose la configuración de cada una de ellas. En concreto la figura 10-A muestra la placa del microcontrolador y TDC, la figura 10-B la placa de amplificadores de señal, y la figura 10-C la placa de distribución de alimentación.

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

25 A la vista de las mencionadas figuras, se puede apreciar un ejemplo no limitativo del escáner óptico a color aerotransportado de la invención, el cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación, de acuerdo con la numeración adoptada, según el siguiente listado:

- 30 (1) escáner
- (2) cabeza láser
- (3) controlador del láser
- (4) lentes ópticas del colimador
- (6) primer micro-posicionador
- (9) divisor de haz
- 35 (11) soporte
- (12) primer detector

- (13) expansor de haz
- (17) segundo micro-posicionador
- (19) espejo dicroico
- (20) espejo secundario (20a) orificio
- 5 (21) cubierta espejo secundario
- (23) filtro óptico de banda estrecha
- (25) detector de pulso
- (26) tercer micro-posicionador
- (40) primer grupo óptico
- 10 (43) detector de color
- (45) segundo grupo óptico
- (46) matriz de detectores
- (55) rodamiento axial hueco
- (66) motor
- 15 (67) espejo primario plano
- (68) adaptador espejo primario
- (71) indicador externo
- (72) fuente de alimentación
- (73) microcontrolador
- 20 (74) Llave de seguridad láser
- (79) conector de alimentación
- (80) interfaz de usuario
- (82) electrónica para alimentación del sistema
- (91) cableado eléctrico
- 25 (92) conexión señal de datos
- (106) elementos de regulación
- (109) sistema de digitalización de señal
- (467) sistema de conteo de tiempo
- (651) sistema de amplificación y filtrado
- 30 (870) Carcasa
- (872) Apertura de salida del láser y recepción de señal
- (900) aeronave
- (901) haz láser de salida
- (902) punto de huella
- 35 (903) pulso reflejado
- (904) zona de huella Flash-LADAR

(O) objetivo

(D) dispositivos externos

Así, atendiendo a las figura 1-A y 1-B, se observa cómo, con un dispositivo transportado en una aeronave (900) con sistema LADAR (figura 1-A), se emplea un solo haz láser (901), que emite un pulso de corta duración, con una frecuencia determinada, atravesando un conjunto de lentes ópticas con el fin de obtener un tamaño de punto huella (902), a una distancia determinada, el cual se irá moviendo con un espejo rotatorio para conseguir una cierta densidad de puntos de huella (902), y cómo en el caso del dispositivo con sistema Flash-LADAR (figura 1-B), gracias al empleo de matrices de detectores, con un solo pulso láser (903) se adquiere toda una zona de huella (904) con multitud de puntos.

Por su parte, como muestran el resto de figuras, en especial la figura 2, el dispositivo de escáner (1) de la invención, basado en el sistema Flash-LADAR, incorpora una serie de elementos innovadores que mejoran la efectividad del mismo respecto de los dispositivos que incorporan dicho sistema, ya que lo hacen capaz de adquirir información de color de la huella obtenida al recoger un dato del color de cada punto tomado, para lo cual comprende lo que se describen a continuación.

En concreto, pues, el escáner (1), preferentemente alojados en el interior de una carcasa (870) que será convenientemente incorporada a la aeronave (900), cuenta, de manera conocida, con un conjunto óptico, que está formado por un sistema de emisión láser, un sistema receptor y un sistema detector, y con una electrónica que gestiona dichos sistemas del equipo, con la particularidad de que el sistema detector contempla la inclusión de detectores de pulso (25) y detectores de color (43) y medios (19) que separan las componentes espectrales del pulso láser de retorno de las componentes espectrales correspondientes a los colores.

Más concretamente, en el conjunto óptico, mostrado en las figuras 5 y 6 separadamente al resto de elementos, el sistema de emisión láser contempla la existencia de una fuente láser pulsada (2, 3), un conjunto de lentes ópticas (4) que ajustan la divergencia del haz de salida para obtener un tamaño de zona de huella (904) adecuado en un rango de trabajo específico, tras el que se contempla un divisor de haz (9) que desvía una parte del haz láser, hacia un primer detector (12), empleado para detectar el instante en el que se dispara el pulso láser.

A la salida del pulso láser, tras el mencionado divisor (9), existe un sistema de espejo, donde un espejo primario (67), situado convenientemente, desvía el haz láser de salida (901) hacia el objetivo (O). Este espejo primario (67) está asociado a un motor (66) que lo hace rotar constantemente, y de la misma forma que desvía el haz recibe el pulso reflejado (903) por el objetivo, y lo dirige hacia un espejo secundario (20) del sistema detector que posee un orificio para poder ser atravesado por el pulso láser emitido, ya que comparte el mismo eje óptico, como se aprecia en la figura 2 y en la figura 6.

Además, el espejo secundario (20) del sistema receptor es un espejo parabólico off-axis, que concentra y desvía 90° el pulso retornado por el objetivo, hacia un conjunto de detectores (43, 25) del sistema detector, con la particularidad de que, a la entrada del haz en dicho sistema detector, se ha previsto la existencia de un espejo dicróico (19) que separa las componentes espectrales del pulso láser de las componentes espectrales correspondientes a los colores, separando estas hacia un detector de color (43) formado por sensores de color RGB, mientras el resto pasa a su través y atraviesa un filtro de banda estrecha (23) para eliminar componentes espectrales residuales, hacia un detector de pulso (25) formado por una matriz de detectores (46) donde la señal es amplificada y filtrada para adquirir la diferencia del tiempo entre la emisión del pulso y su recepción, en la unidad electrónica a donde es enviada la señal del pulso.

Por su parte, las componentes espectrales correspondientes al color alcanzan los citados sensores de color RGB del detector de color (43), donde la señal es amplificada y filtrada para ser enviada a la unidad electrónica que muestrea y almacena a alta velocidad la información de color, con el fin de sincronizar la llegada del pulso láser con el valor de color en el instante preciso.

Dicha unidad electrónica, mostrada con mayor detalle en la figura 9 y 10, es la encargada de controlar el equipo y gestionar el flujo de datos hacia el exterior del equipo para su almacenamiento, así como de alimentar eléctricamente a todos los componentes del equipo, como el láser (2), motor (66) de giro del espejo (67) y detectores (25, 43, 12), para lo cual comprende, esencialmente, una primera placa electrónica con sistema de conteo de tiempo (467) y un microcontrolador (73) que conecta con una interfaz de usuario (80) con el correspondiente puerto de conexión para conectar los dispositivos externos (D) de grabación, reproducción y almacenamiento que convenga, una segunda placa con sistema de amplificación y filtrado (651) de la señal recibida, y una tercera placa con la electrónica

de distribución de alimentación (82) y otros elementos de regulación (106) que va unida a una fuente de alimentación (72) y a un conector (79) para conectar a la corriente.

Con todo ello, el funcionamiento del escáner (1) es el siguiente:

5

El escáner (1) emite pulsos láser a una longitud de onda  $\lambda_i$  y duración inferior a los 10 ns, con una energía de pulso  $\xi_i$ , gracias a un sistema de emisión láser compuesto por un controlador (3) y una cabeza láser (2). Tanto la duración como la frecuencia de pulso pueden ser modificadas en función de las necesidades de la medida que se vaya a realizar con el equipo. El haz láser de emisión posee una divergencia elevada, por lo que es necesario colimarlo mediante un sistema de lentes (4). En la realización preferida se emplea una lente esférica situada muy próxima a la salida del láser (2), más un expansor (13) para disminuir la divergencia del haz. La selección de este conjunto de lentes se debe realizar en función del tamaño de la huella Flash-LADAR (904) deseada. La cabeza láser (2) se encuentra situada sobre un primer micro-posicionador (6), que permite realizar un ajuste fino, tanto del ángulo como de la posición vertical y lateral del haz de salida, con el fin de hacer coincidir el eje óptico de salida con el eje óptico de entrada. Después de colimar el haz de salida, y antes del expansor (13) se sitúa un divisor de haz (9), que desvía una fracción reducida de potencia óptica hacia un primer detector (12) situado sobre un soporte (11) para alinear el detector (12) con el haz. En este detector (12), la respuesta en corriente es amplificada y convertida a tensión, siendo empleada en la unidad electrónica con la que está conectado, como señal de sincronismo para determinar, de forma precisa, el instante de tiempo en el que se ha disparado el pulso láser.

25 El haz láser una vez expandido alcanza la parte trasera del espejo secundario (20), el cual posee un orificio (20a) por el que atraviesa el haz láser. De esta forma tanto el sistema de emisión como el de recepción comparten eje óptico. El tamaño de dicho orificio dependerá del diámetro del haz de emisión a la salida del expansor (13). El espejo secundario (20) se sitúa sobre un segundo micro-posicionador (17), que permite ajustar el ángulo del eje óptico. El espejo secundario (20), además, se encuentra protegido por una cubierta (21) que evita reflejos exteriores que no correspondan a la imagen del objetivo a detectar, y además lo protege de golpes o penetración de partículas.

35 Una vez que el haz de emisión atraviesa el espejo secundario (20), éste alcanza el sistema rotatorio de espejo primario (67) que desviará el haz en el ángulo adecuado en cada instante, para finalmente salir del equipo por la apertura de salida y recepción de señal

(872). En la realización preferida, el espejo primario (67) rotatorio desvía el haz en un rango de 360°. Para ello se sitúa el espejo primario (67), que es plano, inclinado a 45°, lo que hace desviar el haz 90°. Este espejo primario (67) rotatorio empleado, preferentemente, se encuentra sujeto en dos puntos, uno gracias a un rodamiento axial hueco (55), que deja despejado el camino óptico, tanto de emisión como de recepción. El segundo punto de anclaje se encuentra en el extremo opuesto, y es el encargado de sujetar el motor (66) que lo mueve en sentido giratorio.

Como se observa en la figura 6, al eje del motor (66) se le acopla un adaptador (68) que permite fijar el espejo primario (67), y que a su vez puede incorporar otro micro-posicionador para ajustar el ángulo del espejo con respecto al eje óptico. El motor (66) del sistema rotatorio está controlado por la unidad electrónica, en la que conecta con el microcontrolador (73), para poder configurar las revoluciones de rotación para alcanzar la densidad de puntos deseados en cada operación de medida.

El haz reflejado (904) en el objetivo alcanza el espejo plano primario (67), desviándolo 90° hacia el espejo secundario (20). En este diseño propuesto, el espejo secundario (20) es un espejo parabólico off-axis, que desvía la imagen de entrada 90° y la focaliza a una distancia igual a su distancia focal. El espejo secundario (20), como ya se ha comentado, puede estar sujeto a un segundo micro-posicionador (17) que permite ajustar el punto de foco en los detectores (25, 43).

En el camino óptico de recepción, tras desviar la imagen en el espejo secundario (20), un espejo dicróico (19) con longitud de onda selectiva, divide las componentes espectrales del haz láser de las componentes espectrales correspondientes al color. La selección de este espejo dicróico debe ser tal que sea transparente a las longitudes de onda del haz láser  $\lambda_i$ , y refleje las longitudes de onda correspondiente a los colores, es decir, entre 780-380 nm.

La señal correspondiente al reflejo del pulso que atraviesa el mencionado espejo dicróico (19), es filtrada en un filtro óptico (23) de banda muy estrecha, del orden de nanómetros, con el fin de eliminar las componentes espectrales que no corresponden a las de emisión del láser  $\lambda_i$ . El pulso láser filtrado, opcionalmente, puede ser tratado mediante un primer grupo óptico (40) para eliminar las aberraciones ópticas, y de esta forma obtener una mejor calidad de imagen en el detector de pulso (25).

35

El pulso láser filtrado alcanza el detector de pulso (25), el cual, como se aprecia en las figuras 8-A, 8-B y 8-C, está compuesto por una matriz de 4x4 detectores de alta ganancia o Avalanche (APD) (46). Esta matriz de detectores (46) del detector de pulso (25) se sitúa sobre un tercer micro-posicionador (26) con el fin de ajustar su posición con el punto focal del espejo secundario (20). Cada elemento de la matriz de detectores (46) abarca un ángulo de visión, adquiriendo una porción del reflejo de la huella láser en el objetivo, y que depende de su tamaño y el sistema óptico de recepción. A la salida de los citados detectores (46) existe un circuito electrónico de amplificación y filtrado (651), que amplifica y transforma la señal de corriente a tensión en la unidad electrónica, para luego ser filtrada. Finalmente, dicha unidad electrónica posee otra placa con un sistema de conteo de tiempo (467), que registra el tiempo en el que se ha recibido el pulso de cada detector. Además del sistema de conteo de tiempo (467) se emplea un conversor analógico digital de alta tasa de muestreo, con el fin de determinar el nivel de señal recibida, y de esta forma inferir la reflectividad del material del objetivo.

15

Por su parte, las componentes espectrales correspondientes al espectro visible que son reflejadas por el espejo dicróico (19), atraviesan un segundo grupo óptico (45) que reduce las aberraciones ópticas de la imagen de recepción, mejorando la calidad de imagen, y adapta el tamaño de la imagen al detector de color (43) dispuesto a continuación.

20

Preferentemente, el detector de color (43) emplea una matriz de filtro de color tipo Bayer para determinar el color de cada área. Otra opción sería el uso de un sistema óptico divisor de color, formado por prisma tricróico tipo Phillips [16], siendo necesario emplear tres detectores independientes. En cualquier caso, el detector de color (43), emplea una matriz de foto-detectores, donde la señal de cada detector es amplificada y filtrada en la placa de amplificación y filtrado (651), antes de ser procesada por el sistema de conteo de tiempo (467) y de digitalización (109) y el microcontrolador (73) de la unidad electrónica para la obtención del color para cada pixel.

Así pues, la unidad electrónica es la encargada de gestionar todos los componentes del sistema. El elemento principal es el microcontrolador (73) alojado en una primera placa que gobierna cada elemento del sistema. Este microcontrolador (73) es el encargado de configurar el estado del sistema en función de los comandos que recibe desde el exterior a través de la interfaz de usuario (80). Esto permite configurar las condiciones de medidas, iniciarla y detenerla, así como el envío de los datos de la medida hacia el exterior para poder procesarlos y almacenarlos.

35

El microcontrolador (73) posee una vía de conexión con el controlador láser (3), que permite configurar el ancho del pulso, la frecuencia de repetición de pulso y la energía de cada pulso. Dado que la energía de cada pulso es configurable, es posible adaptarla a la distancia de medida, dado que, para objetivos del mismo material, la energía recibida del pulso se reduce con el cuadrado de la distancia. Por medidas de seguridad, para indicar el estado del encendido del láser, la unidad electrónica activa un indicador externo (71) previsto en el escáner cuando el láser está encendido, siempre que la llave de seguridad (74) de láser se encuentre activada.

La unidad electrónica posee, además, un sistema de conteo de tiempo (467), que es un sistema electrónico de alta velocidad que registra el instante en el que se producen los pulsos, y el instante en el que lo detecta cada elemento de la matriz de detectores (46). De esta forma es capaz de calcular el tiempo transcurrido, y por lo tanto, la distancia que ha recorrido el pulso. Esta tarea se puede realizar empleando FPGA's (*Field-programmable gate array*), o dispositivos denominados TDC's (*Time to Digital Converter*) Para optimizar la respuesta de los detectores, la unidad electrónica es capaz de configurar parámetros que afectan a la ganancia y velocidad de respuesta de los detectores (43, 25), para adaptar las condiciones de medidas al sistema de amplificación y filtrado (651), con el fin de entregar al sistema de conteo de tiempo (467) una señal que permita determinar de forma precisa la llegada de un pulso de retorno.

Junto con el sistema del cálculo del ToF, el pulso recibido es digitalizado empleando conversores analógicos digitales de alta velocidad, con el objetivo de calcular la reflectividad del material donde se ha reflejado el pulso láser. De esta forma, junto con la información de color, la distancia y la reflectividad, es posible inferir la naturaleza del material en cada punto, permitiendo obtener datos estadísticos del área adquirida.

Debido a que es imposible utilizar el pulso recibido como señal de disparo para la adquisición del dato de color, la unidad electrónica digitaliza la señal de cada detector de color (43), y la almacena en un buffer de datos. De esta forma, cuando se recibe un pulso de retorno, es posible rescatar del buffer de datos el valor de color en el momento exacto en el que se recibió el pulso de retorno. Este valor de color es almacenado junto con los datos de tiempo de vuelo, reflectividad e instante del pulso emitido.

En el caso en el que en la sección de la huella correspondiente a un detector existieran distintas distancias, el sistema detector recibe varios pulsos. En este caso, de la misma

forma que para un pulso único de retorno, se toman los niveles de señal recibida, la reflectividad y el color de cada punto.

Una vez que el microcontrolador (73) posee todos los datos correspondientes al pulso de retorno, estos se almacenan en un sistema de almacenamiento externo al equipo, conectado a este mediante interfaz de comunicación de alta velocidad. Además, para gestionar el estado del equipo en todo momento, es posible conectar el equipo a un dispositivo externo (portátil/ordenador/terminal), donde un software presenta el estado instantáneo del equipo, y desde el que se configura la operación de medida.

10

La unidad electrónica también tiene la misión de alimentar eléctricamente todos los componentes del sistema, para ello recibe la energía externa a través de un conector (79) que alimenta al sistema con 220 V. Esta tensión de alimentación es transformada a 12V mediante una fuente de alimentación (72). A partir de una tensión de 12V, la placa electrónica de distribución de la alimentación del sistema (82) posee elementos de regulación (106) que generan las tensiones necesarias para alimentar a cada subsistema con su nivel de tensión adecuado.

15

Por último, cabe destacar que el escáner (1) descrito se encuentra sujeto a una estructura o carcasa (870) de aluminio que hace de armazón donde se fijan los distintos sistemas. La estructura puede incluir un sistema de vacío con el fin de mantener una atmosfera libre de residuos, y evitar la condensación en los elementos ópticos que reducirían su rendimiento. Por otra parte, dichos sistemas se encuentran convenientemente conectados entre sí mediante cableado eléctrico (91) y señal de datos (92), respectivamente representados en el diagrama de la figura 2 mediante línea de trazo fino discontinuo y línea de trazo fino continuo, mientras que, en dicho diagrama se han representado el haz láser de salida (901) con línea de trazo grueso continuo y el pulso de retorno (903) con línea de trazo grueso discontinuo, en orden a facilitar la comprensión del funcionamiento de escáner (1) descrito.

25

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, no se considera necesario hacer más extensa su explicación para que cualquier experto en la materia comprenda su alcance y las ventajas que de ella se derivan, haciéndose constar que podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo siempre que no se modifique lo fundamental.

35

## REFERENCIAS

- [1] N. J. Krasutsky, L. G. Minor, and E. M. Flowers, "Laser radar scanning system,"  
5 US5200606A, 06-Apr-1993.
- [2] E. S. Cameron, R. P. Szumski, and J. K. West, "Lidar scanning system,"  
US5006721A, 09-Apr-1991.
- [3] E. A. Teppo and L. R. Haugen, "Gimballed active optical system," US4024392A, 17-  
May-1977.
- 10 [4] N. J. Krasutsky and L. G. Minor, "Laser radar transceiver," US5224109A, 29-Jun-  
1993.
- [5] R. P. Earhart, R. M. Craig, C. J. Grund, I. J. Gravseth, X. Huang, and C. S. Weimer,  
"Flash LADAR system," US7961301B2, 14-Jun-2011.
- [6] D. S. Hall, "High definition lidar system," US7969558B2, 28-Jun-2011.
- 15 [7] P. Gilliland, R. Stettner, L. Heughebaert, and B. M. Goldstein, "Flash lidar collision  
avoidance system," US20140160460A1, 12-Jun-2014.
- [8] D. S. Breed, "Mobile mapping system for road inventory," US20130293716A1, 07-  
Nov-2013.
- [9] N. El-Sheimy and A. Al-Hamad, "Mobile mapping system," US20170227361A1, 10-  
20 Aug-2017.
- [10] M. Spies and J. Spies, "Car passive security system combines precrash sensor with  
airbag acceleration sensor to release safety devices," DE10234624A1, 13-May-2004.
- [11] 김철영, "SECURITY SYSTEM WITH WIDE RANGE USING LIDAR,"  
KR101707033B1, 27-Feb-2017.
- 25 [12] R. Bergholz, K. Timm, and H. Weisser, "Autonomous vehicle arrangement and  
method for controlling an autonomous vehicle," US6151539A, 21-Nov-2000.
- [13] M. J. Delp, "Autonomous vehicle refueling locator," US9400500B2, 26-Jul-2016.
- [14] Y. Zhao and Y. Yuan, "First-order approximation error analysis of Risley-prism-based  
beam directing system," *Appl. Opt.*, vol. 53, no. 34, pp. 8020–8031, Dec. 2014.
- 30 [15] Y. Li, "Third-order theory of the Risley-prism-based beam steering system," *Appl.*  
*Opt.*, vol. 50, no. 5, pp. 679–686, Feb. 2011.
- [16] H.-S. Kwok *et al.*, "Trichroic prism assembly for separating and recombining colors in  
a compact projection display," *Appl. Opt.*, vol. 39, no. 1, pp. 168–172, Jan. 2000.

## REIVINDICACIONES

- 1.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO que, siendo del tipo basado en el sistema LADAR o Flash-LADAR y comprendiendo una cabeza láser (2), un conjunto de lentes ópticas (4) que ajustan la divergencia del haz de salida para obtener un tamaño de zona de huella (904) adecuado en un rango de trabajo específico, tras el que se contempla un divisor de haz (9) que desvía una parte del haz láser, hacia un primer detector (12), empleado para detectar el instante en el que se dispara el pulso láser, un espejo primario (67) rotatorio mediante que desvía el haz láser de salida (901) hacia el objetivo (O) y recibe el pulso reflejado (903) dirigiéndolo hacia un espejo secundario (20), con un orificio (20a) para poder ser atravesado por el pulso láser emitido, y que a su vez concentra y desvía 90° el pulso retornado por el objetivo, hacia un sistema detector, con un detector de pulso (25) formado por una matriz de detectores (46) donde la señal es amplificada y filtrada en una unidad electrónica a donde es enviada la señal del pulso, la cual está dotada de sistema de conteo de tiempo (467) microcontrolador (73) que conecta con una interfaz de usuario (80) componentes de amplificación y filtrado (651) y electrónica de distribución de alimentación (82) y otros elementos de control (106) unidos a una fuente de alimentación (72) y a un conector (79), está **caracterizado** porque el sistema detector, además del detector de pulso (25), comprende un detector de color (43) y unos medios (19) que separan las componentes espectrales del pulso láser de retorno de las componentes espectrales correspondientes a los colores, los cuales se sitúan previamente a dichos detectores (25, 43) de manera que las componentes espectrales del pulso inciden en dicho detector de pulso (25) y las componentes espectrales de los colores inciden en el detector de color (43).
- 2.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque como medios que separan las componentes espectrales del pulso láser de retorno de las componentes espectrales correspondientes a los colores, a la entrada del sistema de detección se ha previsto la existencia de un espejo dicróico (19) con longitud de onda selectiva.
- 3.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el detector de color (43) está formado por sensores de color RGB.
- 4.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado** porque el espejo dicróico (19) separa las componentes espectrales del pulso láser de las componentes espectrales correspondientes a los colores, separando

estas hacia el detector de color (43) formado por sensores de color RGB, mientras el resto pasa a su través y a través de un filtro (23) hacia el detector de pulso (25) formado por una matriz de detectores (46) donde la señal es amplificada y filtrada para adquirir la diferencia del tiempo entre la emisión del pulso y su recepción, en la unidad electrónica a donde es enviada la señal del pulso, mientras que las componentes espectrales correspondientes al color alcanzan los citados sensores de color RGB del detector de color (43), donde la señal es amplificada y filtrada para ser enviada también a la unidad electrónica que muestrea a alta velocidad la información de color, con el fin de sincronizar la llegada del pulso láser con el valor de color en el instante preciso.

10

5.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado** porque el espejo dicroico (19) con longitud de onda selectiva tal que es transparente a las longitudes de onda del haz láser  $\lambda_i$ , y refleja las longitudes de onda correspondiente a los colores, es decir, entre 780-380 nm.

15

6.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado** porque tras el espejo dicroico (19) se incorpora un filtro óptico (23) de banda muy estrecha, del orden de nanómetros, de manera que la señal correspondiente al reflejo del pulso que atraviesa el mencionado espejo dicroico (19), es filtrada en un filtro óptico (23), con el fin de eliminar las componentes espectrales que no corresponden a las de emisión del láser  $\lambda_i$ .

20

7.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado** porque comprende un primer grupo óptico (40) para eliminar las aberraciones ópticas del pulso láser filtrado y obtener una mejor calidad de imagen en el detector de pulso (25).

25

8.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, **caracterizado** porque comprende un segundo grupo óptico (45) que reduce las aberraciones ópticas de la imagen de recepción de las componentes espectrales correspondientes al espectro visible que son reflejadas por el espejo dicroico (19) y que adapta el tamaño de la imagen al detector de color (43) mejorando la calidad de imagen.

30

9.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el detector de color (43) emplea una matriz de foto-detectores, donde la señal de cada detector es amplificada y filtrada en la placa de

35

amplificación y filtrado (651), antes de ser procesada por el sistema de conteo de tiempo (467) y el microcontrolador (73) de la unidad electrónica para la obtención del color para cada pixel.

- 5 10.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la unidad electrónica contempla un buffer de datos en que almacena la señal que digitaliza de cada detector de color (43), de manera que, cuando se recibe un pulso de retorno, es posible rescatar del buffer de datos el valor de color en el momento exacto en el que se recibió el pulso de retorno.
- 10 11.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el detector de color (43) emplea una matriz de filtro de color tipo Bayer para determinar el color de cada área.
- 15 12.- ESCÁNER ÓPTICO A COLOR AEROTRANSPORTADO, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el detector de color (43) está formado por prisma tricróico tipo Phillips, con tres detectores de color.

FIG. 1-A

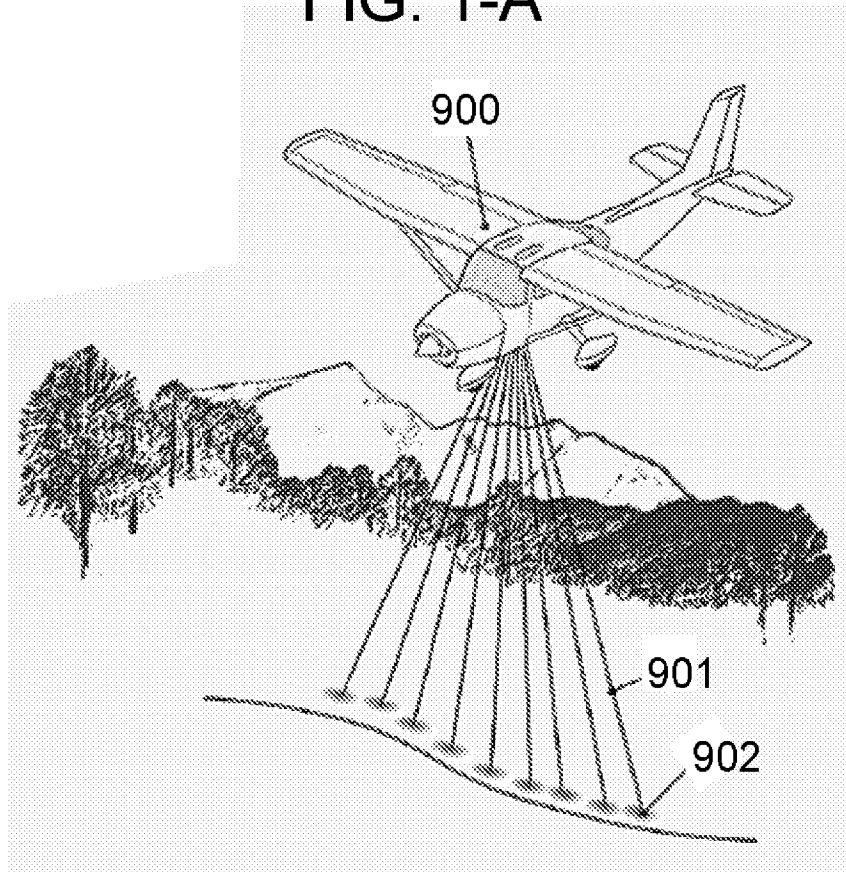


FIG. 1-B

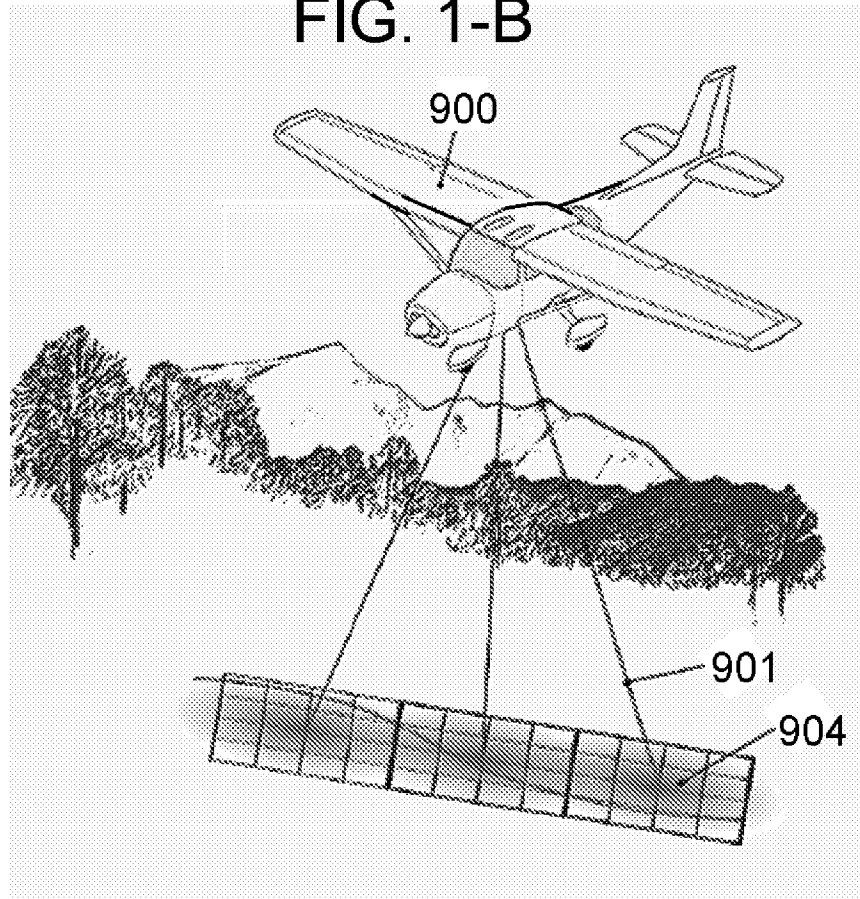


FIG. 2

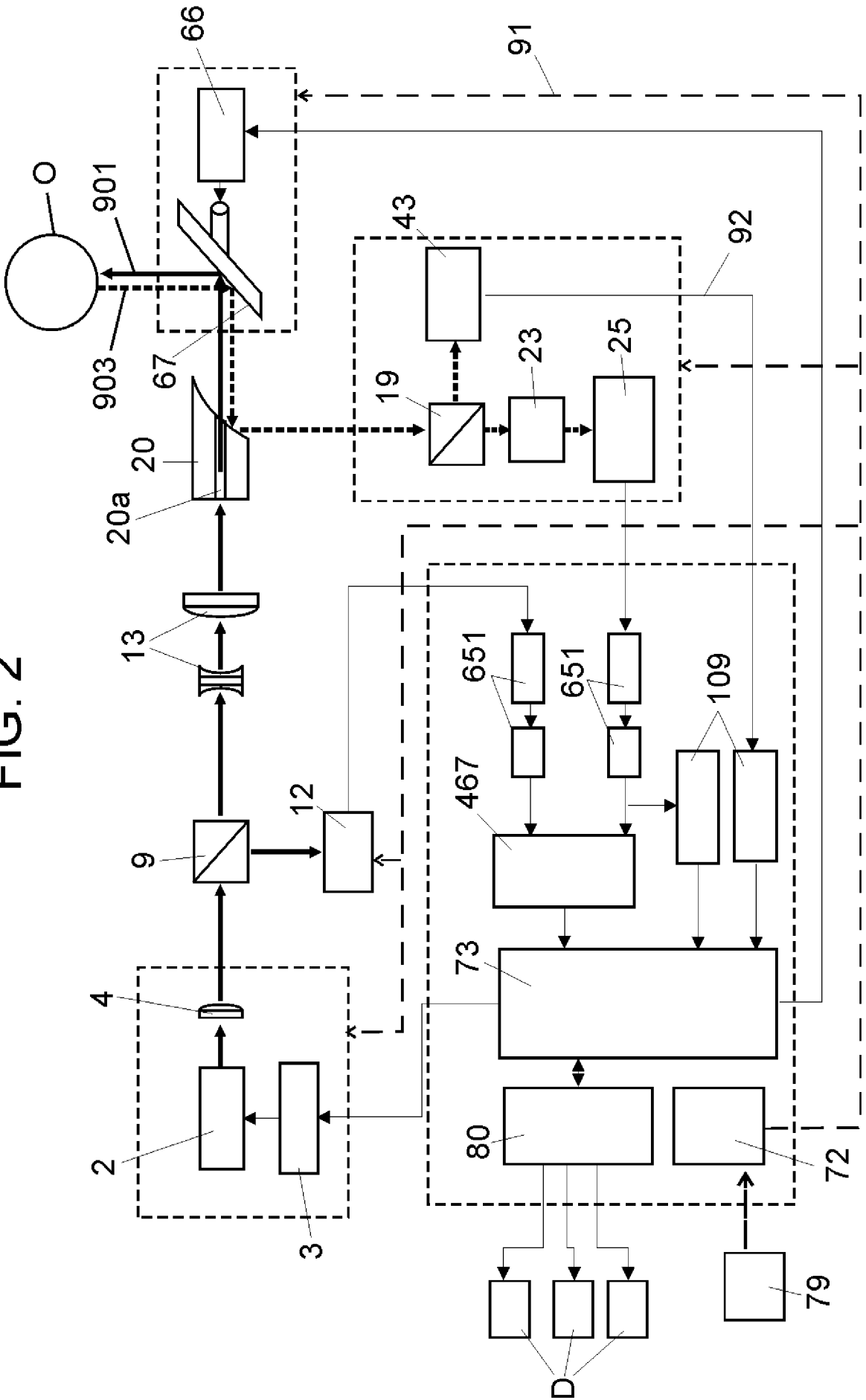


FIG. 3-A

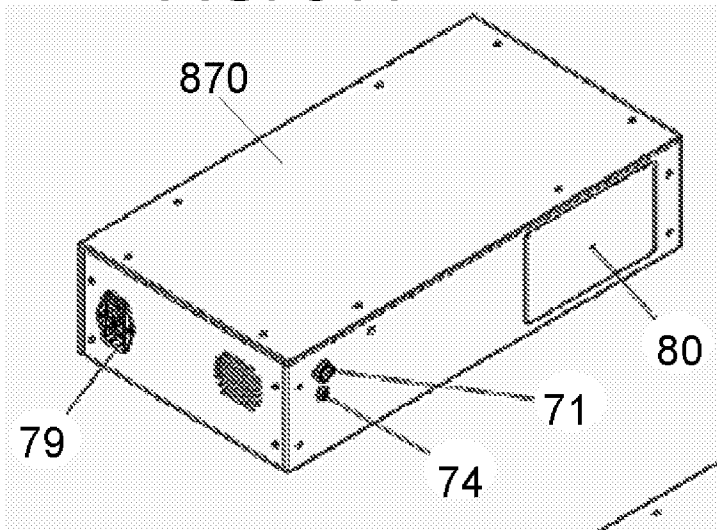


FIG. 3-B

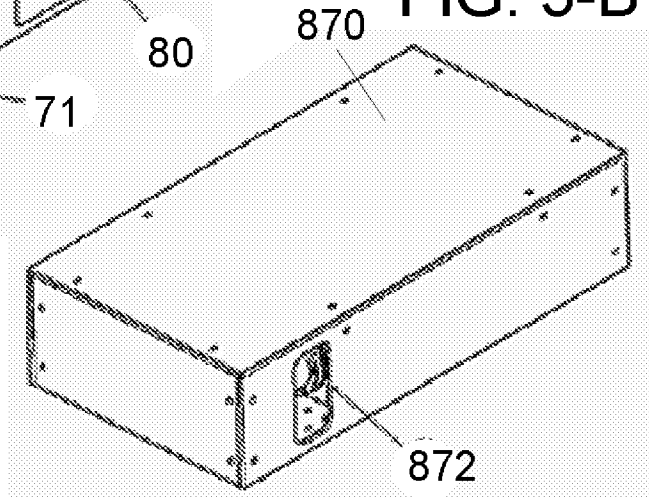


FIG. 4

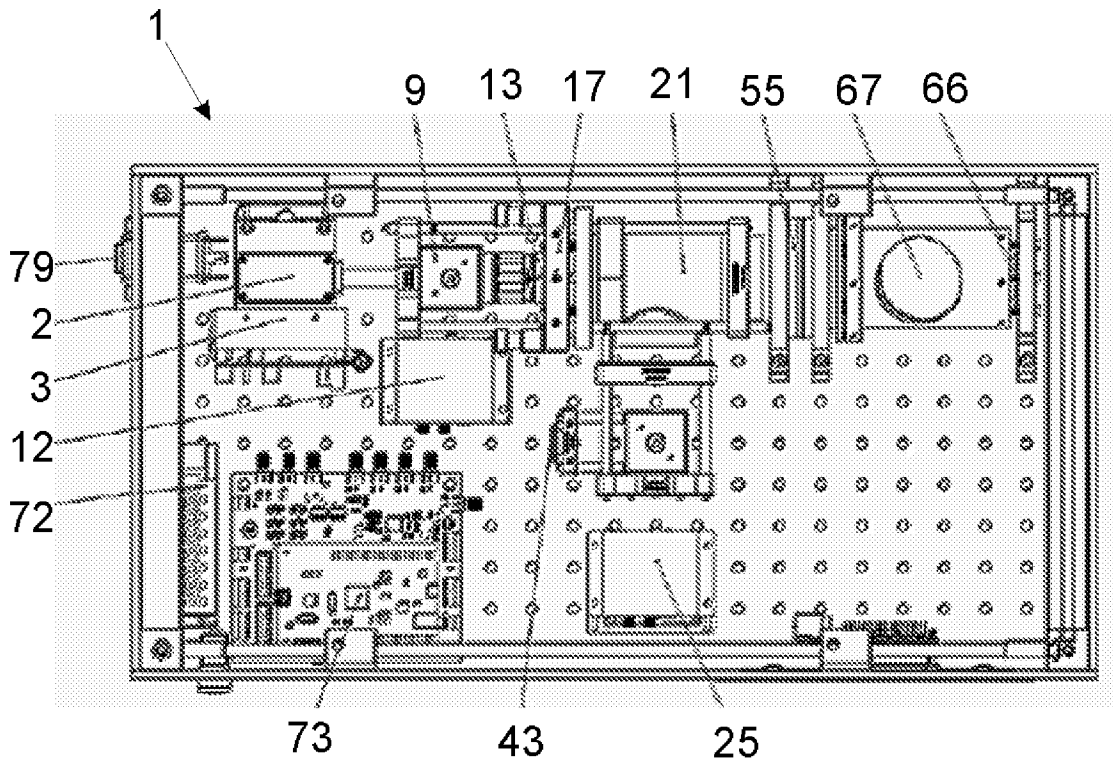


FIG. 5

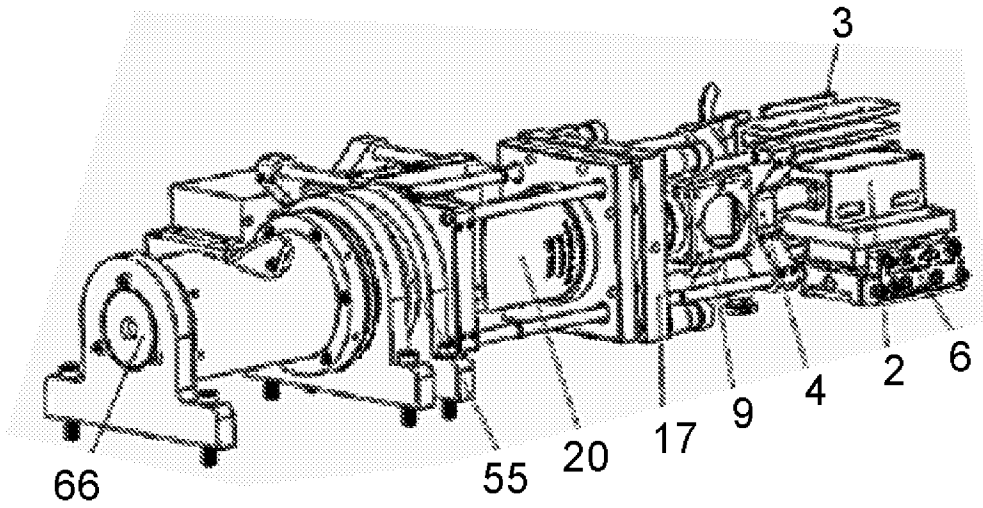


FIG. 6

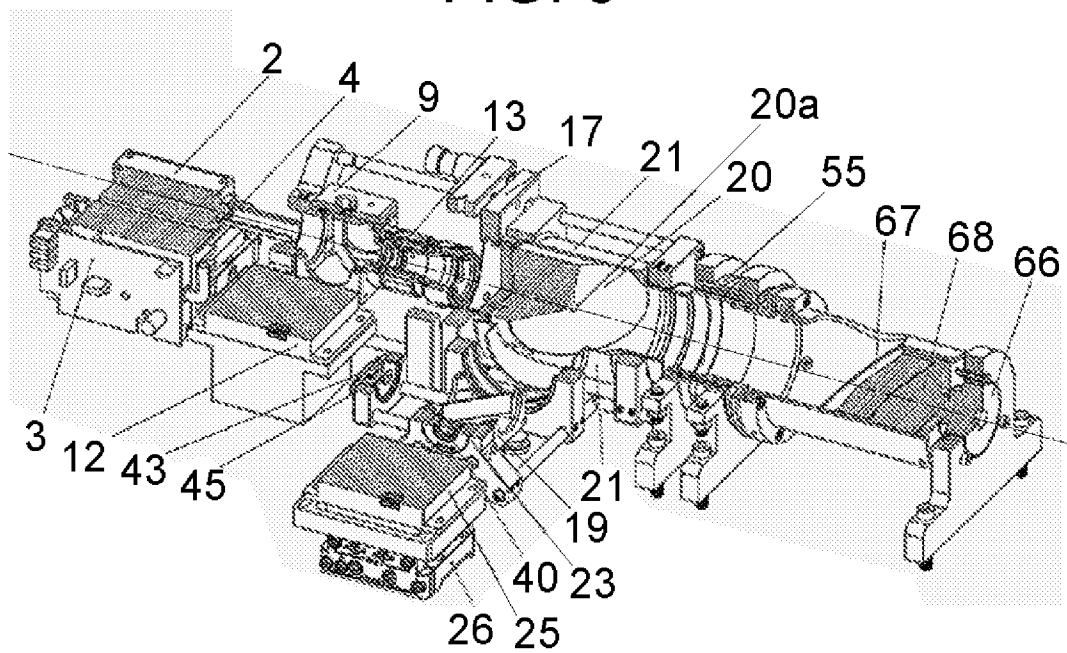


FIG. 7

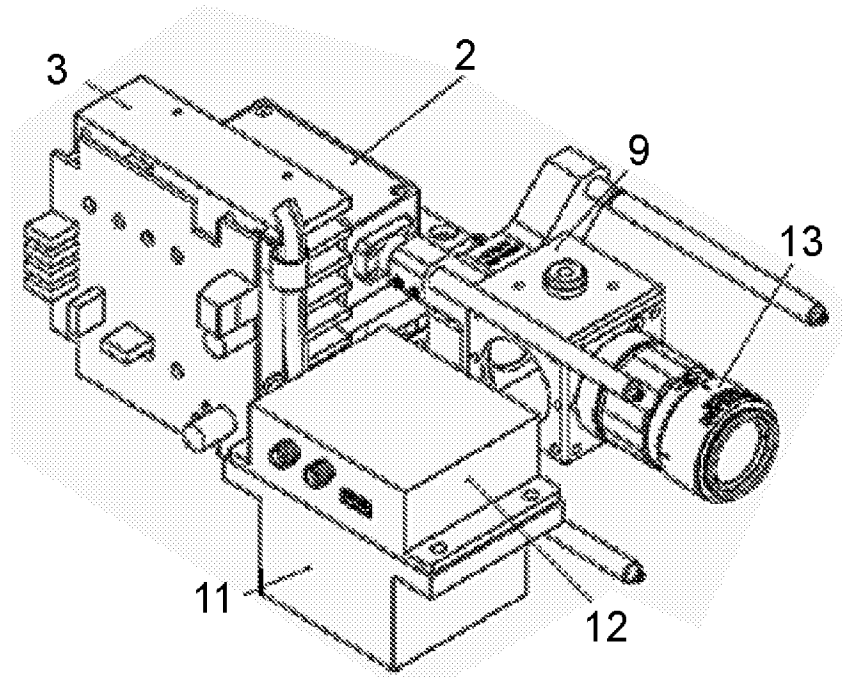


FIG. 8-A

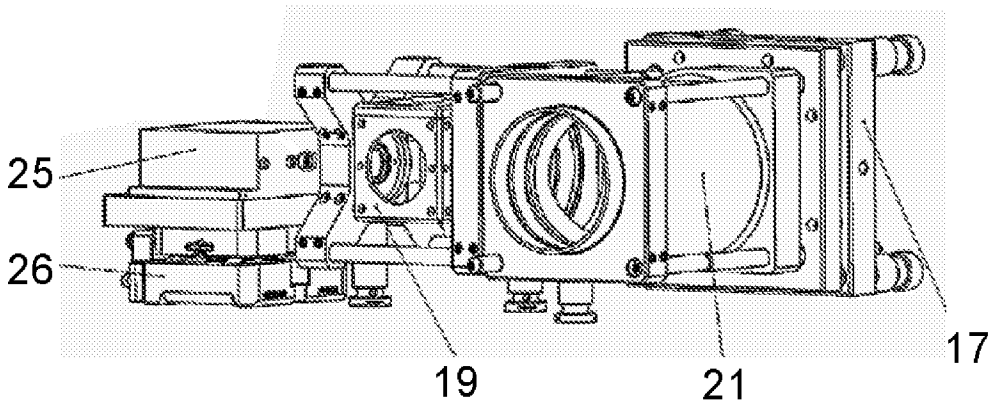


FIG. 8-B

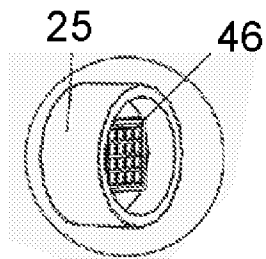


FIG. 8-C

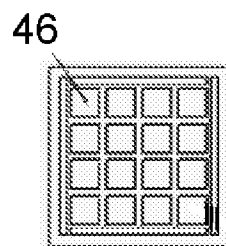


FIG. 9

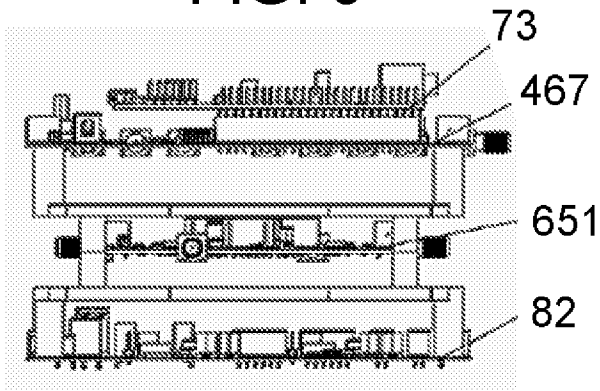


FIG. 10-A

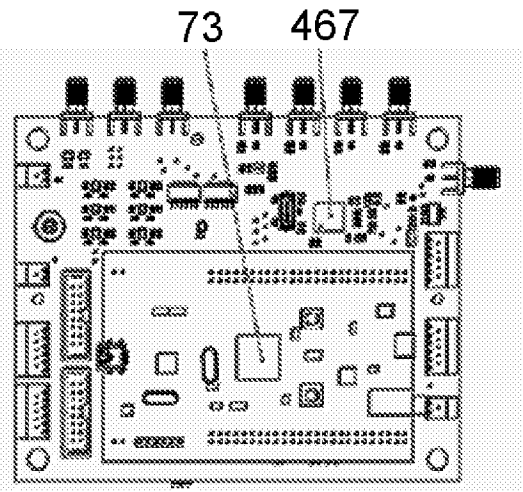


FIG. 10-B

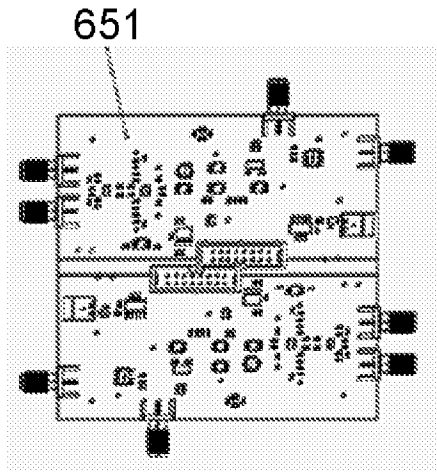
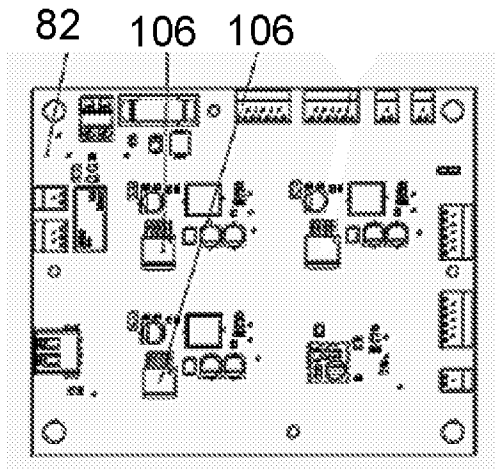


FIG. 10-C



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ES2018/070759

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**G01S17/89** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S, G02B, G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES, WPI, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X         | US 2010/0046802 A1 (WATANABE, T. ET AL.) 25/02/2010, abstract; paragraphs [0003]-[0009], [0015], [0049]-[0061], [0152]-[0157], [0178]-[0189]; figures 1 and 6.   | 1-12                  |
| X         | WO 2015/164117 A1 (FARO TECHNOLOGIES, INC.) 29/10/2015, abstract; paragraphs [0002]-[0006], [0016]-[0018], [0020]-[0023], [0026]-[0028], [0033]-[0040]; figures. | 1, 3, 6-12            |
| A         | CN 103954971 B (UNIV WUHAN) 30/03/2016, the whole document.  | 1-12                  |
| A         | US 2004/0119020 A1 (BODKIN, A.) 24/06/2004, the whole document.  | 1-12                  |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

|  |  |
|--|--|
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> |
|--|--|

Date of the actual completion of the international search  
09/08/2019

Date of mailing of the international search report  
**(20/08/2019)**

Name and mailing address of the ISA/

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)  
Facsimile No.: 91 349 53 04

Authorized officer  
Ó. González Peñalba

Telephone No. 91 3495475

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ES2018/070759

| C (continuation). |   |                       | DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |  |  |
|-------------------|---|-----------------------|-------------------------------------|--|--|
| Category *        | Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |                                     |  |  |
| A                 | ES 1075035 U (AEROLASER SYSTEM, S.L.) 18/07/2011,<br>the whole document.            | 1                     |                                     |  |  |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2018/070759

| Patent document cited<br>in the search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date   |
|---|---------------------|---|---|
| US2010046802 A1                               | 25.02.2010          | JP2010071976 A<br>JP5448617B B2<br>US8159598 B2   | 02.04.2010<br>19.03.2014<br>17.04.2012  |
| -----<br>WO2015164117 A1                      | -----<br>29.10.2015 | JP2017519188 A<br>DE112015001900TT5<br>GB2539613 A<br>GB2539613 B<br>US2015369917 A1<br>US9529083 B2<br>US2014362424 A1<br>US9210288 B2   | -----<br>13.07.2017<br>16.02.2017<br>21.12.2016<br>14.11.2018<br>24.12.2015<br>27.12.2016<br>11.12.2014<br>08.12.2015   |
| -----<br>CN103954971 A                        | -----<br>30.07.2014 | CN103954971B B  | -----<br>30.03.2016   |
| -----<br>US2004119020 A1                      | -----<br>24.06.2004 | US2013010474 A1<br>US8451527 B2<br>US2012218548 A1<br>US2010328954 A1<br>US8274725 B2<br>US2010328659 A1<br>US8174694 B2<br>US2008112029 A1<br>US7796316 B2<br>US2008088840 A1<br>US8233148 B2<br>US2006208193 A1<br>US7049597 B2 | -----<br>10.01.2013<br>28.05.2013<br>30.08.2012<br>30.12.2010<br>25.09.2012<br>30.12.2010<br>08.05.2012<br>15.05.2008<br>14.09.2010<br>17.04.2008<br>31.07.2012<br>21.09.2006<br>23.05.2006 |
| -----<br>ES1075035U U                         | -----<br>18.07.2011 | ES1075035Y Y  | -----<br>14.10.2011   |
| -----   | -----               | -----   | -----   |

**TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES**  
**PCT**

**INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL**

(Artículo 18 y Reglas 43 y 44 del PCT)

|  |   |  |
|--|---|--|
| Referencia del expediente del solicitante o del mandatario<br><b>ESCANER2374</b> | <b>PARA CONTINUAR<br/>LA TRAMITACIÓN</b>  | ver Formulario PCT/ISA/220 y, en su caso, el punto 5 de esta hoja. |
| Solicitud internacional N°<br><b>PCT/ES2018/070759</b>                           | Fecha de presentación internacional ( <i>día/mes/año</i> )<br><b>27 NOVIEMBRE 2018 (27.11.2018)</b> | Fecha de prioridad (la más antigua) ( <i>día/mes/año</i> )         |
| Solicitante<br><b>AEROLASER SYSTEM S. L.</b>                                     |   |  |

El presente informe de búsqueda de tipo internacional, elaborado por esta Administración encargada de la búsqueda internacional, se transmite al solicitante, conforme al Artículo 18. Se remite una copia del mismo a la Oficina Internacional.

Este informe de búsqueda de tipo internacional comprende un total de 4 hojas.

Se adjunta una copia de cada uno de los documentos del estado de la técnica citados en el informe.

**1. Base del informe**

a. En lo que se refiere al **idioma**, la búsqueda de tipo internacional se ha realizado sobre la base de :

la solicitud en el idioma en el que se presentó

una traducción de la solicitud al \_\_\_\_\_, que es el idioma de la traducción proporcionada a los fines de la búsqueda internacional (Reglas 12.3.a) y 23.1.b))

b.  Este informe de búsqueda internacional se ha realizado teniendo en cuenta la rectificación de un error evidente autorizado por o notificado a esta Administración según la Regla 91 (Regla 43.6*bis*.a)).

c.  En lo que se refiere a **las secuencias de nucleótidos y/o de aminoácidos** divulgadas en la solicitud internacional, véase Recuadro I.

2.  **Se estima que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda** (ver Recuadro II).

3.  **Falta unidad de invención** (ver Recuadro III).

4. Con respecto al **título**,

el texto se aprueba según fue remitido por el solicitante.

el texto ha sido establecido por esta Administración con la siguiente redacción:

5. Con respecto al **resumen**,

el texto se aprueba según fue remitido por el solicitante.

el texto (reproducido en el Recuadro IV) ha sido establecido por esta Administración de conformidad con la Regla 38.2.

El solicitante puede presentar observaciones a esta Administración en el plazo de un mes a contar desde la fecha de expedición del presente informe de búsqueda internacional.

6. Con respecto a los **dibujos**,

a. la figura de los **dibujos** a publicar junto con el resumen es la **Figura N° 2**

propuesta por el solicitante.

propuesta por esta Administración, por no haber propuesto el solicitante ninguna figura.

propuesta por esta Administración, por caracterizar mejor, esta figura, la invención.

b.  no debe publicarse ninguna figura.

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº  
PCT/ES2018/070759

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD  
**G01S17/89** (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)  
G01S, G02B, G01V

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

EPODOC, INVENES, WPI, INSPEC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

| Categoría* | Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes  | Relevante para las reivindicaciones nº |
|------------|---|--|
| X          | US 2010/0046802 A1 (WATANABE, T. ET AL.) 25/02/2010, resumen; párrafos [0003]-[0009], [0015], [0049]-[0061], [0152]-[0157], [0178]-[0189]; figuras 1 y 6.     | 1-12                                   |
| X          | WO 2015/164117 A1 (FARO TECHNOLOGIES, INC.) 29/10/2015, resumen; párrafos [0002]-[0006], [0016]-[0018], [0020]-[0023], [0026]-[0028], [0033]-[0040]; figuras. | 1, 3, 6-12                             |
| A          | CN 103954971 B (UNIV WUHAN) 30/03/2016, todo el documento.  | 1-12                                   |
| A          | US 2004/0119020 A1 (BODKIN, A.) 24/06/2004, todo el documento.  | 1-12                                   |

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

|  |  |
|--|--|
| <p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p> | <p>"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>"&amp;" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p> |
|--|--|

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.  
09/08/2019

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.  
**20 de agosto de 2019 (20/08/2019)**

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional  
OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS  
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)  
Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado  
Ó. González Peñalba  
Nº de teléfono 91 3495475

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2018/070759

| C (Continuación). |  | DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES     |
|-------------------|--|--|
| Categoría *       | Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes | Relevante para las reivindicaciones nº |
| A                 | ES 1075035 U (AEROLASER SYSTEM, S.L.) 18/07/2011, todo el documento.     | 1                                      |

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2018/070759

| Documento de patente citado en el informe de búsqueda | Fecha de Publicación | Miembro(s) de la familia de patentes  | Fecha de Publicación   |
|---|----------------------|---|--|
| US2010046802 A1                                       | 25.02.2010           | JP2010071976 A<br>JP5448617B B2<br>US8159598 B2   | 02.04.2010<br>19.03.2014<br>17.04.2012   |
| -----   | -----                | -----   | -----  |
| WO2015164117 A1                                       | 29.10.2015           | JP2017519188 A<br>DE112015001900TT5<br>GB2539613 A<br>GB2539613 B<br>US2015369917 A1<br>US9529083 B2<br>US2014362424 A1<br>US9210288 B2   | 13.07.2017<br>16.02.2017<br>21.12.2016<br>14.11.2018<br>24.12.2015<br>27.12.2016<br>11.12.2014<br>08.12.2015   |
| -----   | -----                | -----   | -----  |
| CN103954971 A   | 30.07.2014           | CN103954971B B  | 30.03.2016   |
| -----   | -----                | -----   | -----  |
| US2004119020 A1                                       | 24.06.2004           | US2013010474 A1<br>US8451527 B2<br>US2012218548 A1<br>US2010328954 A1<br>US8274725 B2<br>US2010328659 A1<br>US8174694 B2<br>US2008112029 A1<br>US7796316 B2<br>US2008088840 A1<br>US8233148 B2<br>US2006208193 A1<br>US7049597 B2 | 10.01.2013<br>28.05.2013<br>30.08.2012<br>30.12.2010<br>25.09.2012<br>30.12.2010<br>08.05.2012<br>15.05.2008<br>14.09.2010<br>17.04.2008<br>31.07.2012<br>21.09.2006<br>23.05.2006 |
| -----   | -----                | -----   | -----  |
| ES1075035U U  | 18.07.2011           | ES1075035Y Y  | 14.10.2011   |
| -----   | -----                | -----   | -----  |