

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. November 2018 (01.11.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/197310 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 17/02 (2006.01) G01S 13/86 (2006.01)
G01S 17/10 (2006.01) H01Q 21/06 (2006.01)
G01S 17/87 (2006.01) G01S 17/66 (2006.01)
G01S 7/20 (2006.01) G01S 17/89 (2006.01)
G01S 13/06 (2006.01) G01S 7/481 (2006.01)
G01S 13/72 (2006.01)

(74) Anwalt: HORN KLEIMANN WAITZHOFFER PATENTANWÄLTE PARTG MBB; Ganghoferstr. 29a, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): 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, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/059954

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2018 (18.04.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 109 056.8
27. April 2017 (27.04.2017) DE

(71) Anmelder: RHEINMETALL ELECTRONICS GMBH [DE/DE]; Brüggeweg 54, 28309 Bremen (DE).

(72) Erfinder: LEHMANN, Christian; c/o Rheinmetall Electronics GmbH, Brüggeweg 54, 28309 Bremen (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (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,

(54) Title: SENSOR DEVICE FOR THE THREE-DIMENSIONAL DETECTION OF TARGET OBJECTS

(54) Bezeichnung: SENSOR-VORRICHTUNG ZUR DREIDIMENSIONALEN ERFASSUNG VON ZIELOBJekten

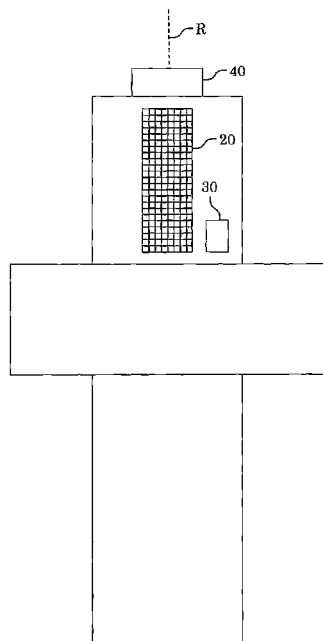


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a sensor device (10) for the three-dimensional detection of target objects. The sensor device comprises a 360° sensor (20), a detection unit (30) and a laser range finder (40). The 360° sensor is designed to detect electromagnetic radiation in order to provide two-dimensional images of the surroundings of the 360° sensor. The detection unit is designed to detect specific target objects in the two-dimensional images provided by the 360° sensor. The laser range finder is designed to determine a distance to a target object. The laser range finder comprises a laser diode (41) for transmitting a laser beam, a mirror (42) for reflecting the laser beam transmitted onto a target object and a piezo-actuator (43), which is designed to align the mirror at least in elevation in such a manner that the laser beam reflected by the mirror illuminates the target object.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Sensor-Vorrichtung (10) zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten vorgeschlagen. Die Sensor-Vorrichtung umfasst einen 360°-Sensor (20), eine Erkennungseinheit (30) und einen Laserentfernungsmesser (40). Der 360°-Sensor ist dazu eingerichtet, elektromagnetische Strahlung zur Bereitstellung von zweidimensionalen Bildern einer Umgebung des 360°-Sensors zu erfassen. Die Erkennungseinheit ist zum Detektieren von bestimmten Zielobjekten in den von dem 360°-Sensor bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eingerichtet. Der Laserentfernungsmesser ist zum Bestimmen einer jeweiligen Entfernung des jeweiligen Zielobjekts eingerichtet. Der Laserentfernungsmesser umfasst eine Laserdiode (41) zum Aussenden eines Laserstrahls, einen Spiegel (42) zum Reflektieren des ausgesendeten Laserstrahls auf das jeweilige Zielobjekt und einen Piezo-Aktor (43), welcher dazu eingerichtet ist, den Spiegel zumindest in Elevation derart auszurichten, dass der von dem Spiegel reflektierte Laserstrahl das jeweilige Zielobjekt beleuchtet.



WO 2018/197310 A1

SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)*

SENSOR-VORRICHTUNG ZUR DREIDIMENSIONALEN ERFASSUNG VON ZIELOBJEKTEN

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sensor-Vorrichtung zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten, beispielsweise von Flugzeugen.

Das technische Gebiet der Erfindung betrifft die Erfassung von Zielobjekten. Hierbei sind Sensor-Vorrichtungen zur zweidimensionalen Erfassung von Zielobjekten bekannt, beispielsweise basierend auf Infrarot. In diesem Zusammenhang hat die Anmelderin ein Infrarot-Überwachungssystem für den Rundumbetrieb mit sehr kurzen Reaktionszeiten entwickelt. Dieses Infrarot-Überwachungssystem ist unter dem Namen FIRST (Fast InfraRed Search and Track) bekannt. Wesentliche Leistungseigenschaften von FIRST sind eine hohe Sensorempfindlichkeit des eingesetzten Zeilensensors mit einer hieraus resultierenden großen Reichweite. Aufgrund einer großen Elevationsabdeckung von 18° und der sehr hohen Auflösung ist FIRST in der Lage, Zielobjekte, wie Flugzeuge, z. B. Strahlflugzeuge, Hubschrauber, Marschflugkörper sowie unterschiedliche Munitionsarten, Fahrzeuge und Personen, zu detektieren.

FIRST besteht aus einem Sensorkopf, einer Signalverarbeitungseinheit mit einem leistungsfähigen Multi-Mode-Tracker (MMT) und einer Benutzeroberfläche. Die von FIRST aufgenommenen Bilddaten können in Echtzeit verarbeitet werden. Mögliche Zielobjekte werden anhand ihrer charakteristischen Merkmale lokalisiert, klassifiziert und ihren Spuren (Tracks) zugeordnet. Die Zielobjekte werden mit den entsprechenden Symbolen versehen und mit den ermittelten Daten dem Bediener oder Operator auf einem Anzeigegerät dargestellt.

FIRST ist als Alarmierungssystem zum Schutz von militärischen und zivilen Objekten gegen Bedrohung aus der Luft und vom Boden geeignet. Allerdings ist FIRST lediglich zur zweidimensionalen Erfassung von Zielobjekten eingerichtet.

Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, die Erfassung von Zielobjekten zu verbessern.

Demgemäß wird eine Sensor-Vorrichtung zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten vorgeschlagen. Die Sensor-Vorrichtung umfasst einen 360°-Sensor, eine Erkennungs-Einheit und einen Laserentfernungsmesser. Der 360°-Sensor ist dazu eingerichtet, elektromagnetische Strahlung zur Bereitstellung von zweidimensionalen Bildern einer Umgebung des 360°-Sensors zu erfassen. Die Erkennungs-Einheit ist zum Detektieren von bestimmten Zielobjekten in den von dem 360°-Sensor bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eingerichtet. Der Laserentfernungsmesser ist zum Bestimmen einer jeweiligen Entfernung des jeweiligen Zielobjekts eingerichtet. Der Laserentfernungsmesser umfasst eine Laserdiode zum Aussenden eines Laserstrahls, einen Spiegel zum Reflektieren des ausgesendeten Laserstrahls auf das jeweilige Zielobjekt und einen Piezo-Aktor, welcher dazu eingerichtet ist, den Spiegel zumindest in Elevation derart auszurichten, dass der von dem Spiegel reflektierte Laserstrahl das jeweilige Zielobjekt beleuchtet.

Durch die Kombination des 360°-Sensors und des vorliegenden Laserentfernungsmessers kann aus den von dem 360°-Sensor bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eine dreidimensionale Darstellung, insbesondere ein 3D-Lagebild, erstellt werden. Somit ist die vorliegende Sensor-Vorrichtung ein 3D-Sensor und ermöglicht eine 3D-Rundumsicht, welche ein genaues Lagebild der Umgebung in Echtzeit bereitstellen kann.

Die Sensor-Vorrichtung ist dabei als ein rotierender 360°-Sensor ausgebildet, wobei der 360°-Sensor beispielsweise als Sensorkopf ausgebildet ist, auf welchem der Laserentfernungsmesser montiert ist. Der Laserentfernungsmesser ist insbesondere in Azimut mit dem 360°-Sensor ausgerichtet. Neben der Laserdiode des Laserentfernungsmessers ist vorzugsweise in negativer Drehrichtung eine Photodiode oder ein photosensitiver Sensor angebracht.

Insbesondere umfasst die Erkennung-Einheit zum Detektieren von bestimmten Zielobjekten in den von dem 360°-Sensor bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eine Tracking-Einheit. Die Tracking-Einheit kann auch als Tracker bezeichnet werden. Wird ein Zielobjekt von der Tracking-Einheit erkannt, so können die Elevations-Daten und die Azimut-Daten gespeichert werden. Bei der nächsten Umdrehung der Sensor-Vorrichtung kann der Laserstrahl durch den Laserentfernungsmesser in Richtung des Zielobjekts ausgesandt werden. Beispielsweise kann der Laserstrahl aus mehreren Laserpulsen mit zufällig errechneten Abständen ausgebildet sein. Dabei werden die Laserpulse von der Laserdiode ausgesandt, welche auf den beweglichen Spiegel emittiert. Der Spiegel wird derart mittels des Piezo-Aktors bewegt, so dass die Laserpulse das Zielobjekt treffen. Durch die Ausbildung des Laserstrahls aus Laserpulsen ist es vorteilhafterweise möglich, dass die benötigte Laserleistung verringert wird. Unter Piezo-Aktor wird vorliegend auch eine Anordnung mit einer Mehrzahl von Piezo-Aktuatoren verstanden.

Die Winkelgeschwindigkeit der Sensor-Vorrichtung wird vorzugsweise kompensiert, und die Elevation wird durch die Winkelstellung kompensiert, um das Zielobjekt mittels des Laserstrahls zu treffen. Beispielsweise am Gehäuse des Laserentfernungsmessers ist seitlich eine Photodiode angebracht, welche die zurückgestreuten Laserpulse empfangen kann. Die Photodiode ist beispielsweise eine Avalanche-Photodiode.

Beim Weiterdrehen der Sensor-Vorrichtung empfängt die Photodiode die zurückgestreuten Laserpulse. Dabei wird vorzugsweise durch die Laufzeit der Laserpulse die Entfernung zum Zielobjekt bestimmt.

Der 360°-Sensor ist insbesondere ein strahlungsempfindlicher Detektor, insbesondere Halbleiter-Detektor, welcher ein eindimensionales Array aus Photodetektoren oder anderen Detektorelementen umfasst.

Gemäß einer Ausführungsform weist die Sensor-Vorrichtung eine Ausgabe-Einheit auf, welche dazu eingerichtet ist, ein dreidimensionales Bild der Umgebung mit den bestimmten Zielobjekten und deren jeweiligen Entfernungen mittels der von dem 360°-Sensor bereitgestellten zweidimensionalen Bilder und mittels den von dem Laserentfernungsmesser bestimmten Entfernungen auszugeben. Die Ausgabe-Einheit kann Teil einer Signalverarbeitungseinheit oder einer Recheneinrichtung sein. Die Ausgabe-Einheit generiert das dreidimensionale Bild aus den zweidimensionalen Bildern, den bestimmten Zielobjekten und deren jeweiligen bestimmten Entfernungen.

10

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Laserentfernungsmesser eine Photodiode zum Empfangen zumindest eines Teils eines von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls auf. Insbesondere ist die Photodiode eine Avelanche-Photodiode.

15

Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Laserentfernungsmesser eine Ermittlungs-Einheit, welche dazu eingerichtet ist, die Entfernung des jeweiligen Zielobjekts in Abhängigkeit des von der Photodiode empfangenen Teils des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls zu ermitteln. Zur Ermittlung oder Berechnung der Entfernung nutzt die Ermittlungs-Einheit die bestimmte Laufzeit des Laserstrahls von dem Laserentfernungsmesser zu dem Zielobjekt und zurück.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Photodiode außen auf einem Gehäuse des Laserentfernungsmessers angeordnet. Bei der Anordnung der Photodiode außen auf dem Gehäuse des Laserentfernungsmessers wird die Photodiode insbesondere in negativer Drehrichtung neben der Laserdiode angeordnet.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Photodiode und der Spiegel derart relativ zueinander angeordnet, dass der zumindest eine Teil des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls von dem Spiegel auf die Photodiode umgelenkt wird. Durch diese relative Anordnung von Photodiode und Spiegel ist

30

sichergestellt, dass zumindest Teile des zurückgestreuten Laserstrahls von der Photodiode empfangen werden können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Photodiode auf dem Spiegel angeordnet. Diese Ausführungsform ist vorteilhafterweise sehr platzsparend.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Piezo-Aktor dazu eingerichtet, den Spiegel in Elevation und in Azimut derart auszurichten, dass der von dem Spiegel reflektierte Laserstrahl das jeweilige Zielobjekt beleuchtet. Bei dieser Ausführungsform kann der Piezo-Aktor den Spiegel sowohl in Elevation als auch in Azimut auf das Zielobjekt ausrichten. Diese Ausführungsform ist vorteilhaft, weil sie sehr präzise bei der Ausrichtung der Laseremission ist und damit zu einem verbesserten Signal-Rausch-Verhältnis führt. Dieses führt wiederum zu einer Verbesserung bei der Bestimmung der Entfernung des Zielobjekts zu dem Laserentfernungsmesser.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Laserentfernungsmesser dazu eingerichtet, den Laserstrahl mit einer Mehrzahl N von codierten Signaturen zur Differenzierung einer Mehrzahl N von Zielobjekten auszustrahlen. Durch die Verwendung von codierten Signaturen in dem Laserstrahl ist es möglich, eine Mehrzahl von Zielobjekten unterscheiden zu können und damit Entfernungen der Mehrzahl von Zielobjekten bestimmen zu können.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der 360°-Sensor und der Laserentfernungsmesser zentrisch zueinander angeordnet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform haben der 360°-Sensor und der Laserentfernungsmesser eine gemeinsame Rotationsachse. Die zentrische Anordnung des 360°-Sensors und des Laserentfernungsmessers und die gemeinsame Rotationsachse haben den Vorteil, dass die dreidimensionale Rundumsicht besonders präzise und einfach bereitgestellt werden kann.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der 360°-Sensor als ein 360°-Zeilen-sensor oder als ein 360°-Flächensensor ausgebildet. Insbesondere ist der 360°-Sensor ein Infrarot-Sensor.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der 360°-Sensor dazu eingerichtet, das zweidimensionale Bild mit einer vorbestimmten Frequenz zwischen 0,1 Hz und 10 Hz, bevorzugt mit 5 Hz, bereitzustellen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der 360°-Sensor dazu eingerichtet,
10 mit den bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eine durchgehende Azimut-Abdeckung bereitzustellen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der 360°-Sensor dazu eingerichtet,
15 eine einstellbare Elevation-Abdeckung in einem Bereich zwischen -20° und 30° bereitzustellen.

Die jeweilige Einheit, zum Beispiel die Erkennungs-Einheit oder die Ermitt-
lungs-Einheit, kann hardwaretechnisch und/oder auch softwaretechnisch imple-
mentiert sein. Bei einer hardwaretechnischen Implementierung kann die Einheit
20 als Vorrichtung oder als Teil einer Vorrichtung, zum Beispiel als Computer oder
als Mikroprozessor ausgebildet sein. Bei einer softwaretechnischen Implementie-
rung kann die Einheit als Computerprogrammprodukt, als eine Funktion, als
eine Routine, als Teil eines Programmcodes oder als ausführbares Objekt ausge-
bildet sein.

25 Ein Computerprogrammprodukt, wie z.B. ein Computerprogramm-Mittel, kann
beispielsweise als Speichermedium, wie z.B. Speicherkarte, USB-Stick, CD-ROM,
DVD, oder auch in Form einer herunterladbaren Datei von einem Server in ei-
nem Netzwerk bereitgestellt oder geliefert werden. Dies kann zum Beispiel in ei-
30 nem drahtlosen Kommunikations-Netzwerk durch die Übertragung einer ent-
sprechenden Datei mit dem Computerprogrammprodukt oder dem Computerpro-
gramm-Mittel erfolgen.

Weitere mögliche Implementierungen der Erfindung umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird
5 der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der Erfindung hinzufügen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.
10

Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Sensor-Vorrichtung zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten;
15

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels eines Laserentfernungsmessers der Sensor-Vorrichtung nach Fig. 1;
20

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer Emission und einer Absorption durch den Laserentfernungsmesser nach Fig. 2;

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Sensor-Vorrichtung zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten; und
25

Fig. 5 zeigt ein schematisches Ausführungsbeispiel eines Spiegels eines Laserentfernungsmessers.
30

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

In Fig. 1 ist eine schematische Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Sensor-Vorrichtung 10 zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten dargestellt.

5

Die Sensor-Vorrichtung 10 der Fig. 1 umfasst einen 360°-Sensor 20, eine Erkennungs-Einheit 30 sowie einen Laserentfernungsmesser 40.

Der 360°-Sensor 20 ist dazu eingerichtet, elektromagnetische Strahlung zur Bereitstellung von zweidimensionalen Bildern einer Umgebung des 360°-Sensors 20 zu erfassen. Dabei der rotiert der 360°-Sensor 20 um eine Rotationsachse R und nimmt mit einer bestimmten Frequenz, beispielsweise mit 5 Hz, die zweidimensionalen Bilder der Umgebung auf. Der 360°-Sensor 20 ist beispielsweise ein 360°-Infrarot-Flächensensor. Der 360°-Sensor 20 kann auch ein 360°-Infrarot-Zeilensensor sein.

15

Insbesondere ist der 360°-Sensor 20 dazu eingerichtet, mit den bereitgestellten zweidimensionalen Bildern eine durchgehende Azimut-Abdeckung bereitzustellen. Weiterhin ist der 360°-Sensor 20 vorzugsweise dazu eingerichtet, eine einstellbare Elevation-Abdeckung in einem Bereich zwischen 10° und 20° bereitzustellen.

20

Insbesondere haben der 360°-Sensor 20 und der Laserentfernungsmesser 40 die Rotationsachse R als gemeinsame Rotationsachse und sind damit vorzugsweise zentrisch zueinander angeordnet.

25

Die Erkennungs-Einheit 30 ist dazu eingerichtet, bestimmte Zielobjekte, beispielsweise Flugzeuge, Drohnen oder Geschosse, in den von dem 360°-Sensor 20 bereitgestellten zweidimensionalen Bildern zu detektieren. Die Erkennungs-Einheit 30 ist beispielsweise – wie in Fig. 1 gezeigt – in dem 360°-Sensor 20 integriert. Die Erkennungs-Einheit 30 kann auch extern zu dem 360°-Sensor 20 angeordnet sein (nicht gezeigt).

30

Die Erkennungs-Einheit 30 kann auch eine Tracker-Einheit (nicht gezeigt) umfassen, welche dazu eingerichtet ist, eines oder mehrere der bestimmten Zielobjekte zu tracken, d. h. diese Zielobjekte zu verfolgen.

5

Der Laserentfernungsmesser 40 ist dazu eingerichtet, eine jeweilige Entfernung des jeweiligen bestimmten Zielobjekts zu bestimmen.

Hierzu zeigt die Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des
10 Laserentfernungsmessers 40. Der Laserentfernungsmesser 40 umfasst eine Laserdiode 41, einen Spiegel 42, einen Piezo-Aktor 43, eine Photodiode 44, eine Ermittlungs-Einheit 45 und ein Gehäuse 46 auf.

Die Laserdiode 41 ist dazu eingerichtet, einen Laserstrahl L1 auszusenden. Der
15 Spiegel 42 ist derart angeordnet, dass er den von der Laserdiode 41 ausgesendeten Laserstrahl L1 auf das jeweilige Zielobjekt reflektiert. Der Piezo-Aktor 43 ist dazu eingerichtet, den Spiegel 42 zumindest in Elevation und vorzugweise zusätzlich in Azimut derart auszurichten, dass der von dem Spiegel 42 reflektierte Laserstrahl L2 das jeweilige Zielobjekt beleuchtet.

20

Die Photodiode 44 ist dazu eingerichtet, zumindest einen Teil des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls L3 zu empfangen (siehe hierzu Fig. 3).

Die Ermittlungs-Einheit 45 ist dazu eingerichtet, die Entfernung des jeweiligen
25 Zielobjekts in Abhängigkeit des von der Photodiode 44 empfangenen Teils des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls L3 zu ermitteln bzw. zu berechnen.

In dem Beispiel der Fig. 2 ist die Photodiode 44 außen auf dem Gehäuse 46 des
30 Laserentfernungsmessers 40 angeordnet.

Insbesondere sind die Photodiode 44 und der Spiegel 42 derart relativ zueinander angeordnet, dass der zumindest eine Teil des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls L3 von dem Spiegel 42 auf die Photodiode 44 umgelenkt wird.

5 Ein Beispiel für eine Emission und eine Absorption durch den Laserentfernungsmesser 40 ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei ist im linken Teil der Fig. 3 die Emission der Laserdiode 41 des Laserentfernungsmessers 40 zu einem Zeitpunkt t_1 mit $E(t_1)$ bezeichnet, wohingegen der rechte Teil der Fig. 3 die Absorption $A(t_2)$ zu einem späteren Zeitpunkt t_2 des zurückgestreuten Laserstrahls L3 zeigt.

10

Der linke Teil der Fig. 3 zeigt, dass bei der Emission $E(t_1)$ ein Laserstrahl L1 von der Laserdiode 41 ausgesendet wird, wobei der Spiegel 42 diesen ausgesendeten Laserstrahl L1 reflektiert und damit einen reflektierten Laserstrahl L2 bereitstellt, welcher das Zielobjekt beleuchtet.

15

Demgegenüber zeigt der rechte Teil der Fig. 3 die Absorption $A(t_2)$ zum Zeitpunkt t_2 , bei welchem der von dem Zielobjekt zurückgestreute Laserstrahl L3 von der Photodiode 44 empfangen wird. In der Fig. 3 zeigt der Pfeil D die Drehrichtung des Laserentfernungsmessers 40 an.

20

Wie oben ausgeführt, sind der 360°-Sensor 20 und der Laserentfernungsmesser 40 zentrisch zueinander angeordnet und haben die Achse R als gemeinsame Rotationsachse. Damit ist auch der Laserentfernungsmesser 40 wie der 360°-Sensor 20 um 360° mit einer vorbestimmten Drehgeschwindigkeit drehbar. Da sich in
25 der 360°-Umgebung der vorliegenden Sensor-Vorrichtung 10 eine Vielzahl von Zielobjekten befinden kann, ist der Laserentfernungsmesser 40 vorzugsweise dazu eingerichtet, den Laserstrahl L1, L2 mit einer Mehrzahl N von codierten Signaturen zur Differenzierung einer Mehrzahl M von Zielobjekten auszustrahlen. Dabei ist vorzugsweise eine bestimmte der codierten Signaturen eineindeu-
30 tig einem der Mehrzahl M von Zielobjekten zugeordnet.

In Fig. 4 ist eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Sensor-Vorrichtung 10 zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten dargestellt.

5 Das zweite Ausführungsbeispiel der Fig. 4 basiert auf dem ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und umfasst sämtliche Merkmale der Sensor-Vorrichtung 10 der Fig. 1. Darüber hinaus umfasst die Sensor-Vorrichtung 10 der Fig. 4 eine Ausgabe-Einheit 50. Die Ausgabe-Einheit 50 ist dazu eingerichtet, ein dreidimensionales Bild der Umgebung mit den bestimmten Zielobjekten und den jeweiligen
10 Entfernungen mittels der von dem 360°-Sensor 20 bereitgestellten zweidimensionalen Bilder und mittels den von dem Laserentfernungsmesser 40 bestimmten Entfernungen auszugeben. Die Ausgabe-Einheit 50 ist vorzugsweise mit einer Darstellungseinrichtung 60 über eine Datenverbindung V, beispielsweise über WLAN, über LAN und/oder über Internet, verbunden. Die Darstellungseinrichtung 60 umfasst beispielsweise eine Anzahl von Bildschirmen oder Monitoren,
15 welche dazu eingerichtet sind, das dreidimensionale Bild, welches von der Ausgabe-Einheit 50 bereitgestellt wird, an einen Nutzer auszugeben.

Die Fig. 5 zeigt ein schematisches Ausführungsbeispiel eines Spiegels 42 eines
20 Laserentfernungsmessers 40. In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 ist die Photodiode 44 auf dem Gehäuse 46 des Laserentfernungsmessers 40 angeordnet. Demgegenüber ist in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 die Photodiode 44 auf dem Spiegel 42 angeordnet. Folglich kann gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 der Piezo-Aktor 43 sowohl den Spiegel 42 als auch die Photodiode 44 in
25 Elevation und vorzugsweise zusätzlich in Azimut verstellen.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	Sensor-Vorrichtung
	20	360°-Sensor
5	30	Erkennungs-Einheit
	40	Laserentfernungsmesser
	41	Laserdiode
	42	Spiegel
	43	Piezo-Aktor
10	44	Photodiode
	45	Ermittlungs-Einheit
	46	Gehäuse
	50	Ausgabe-Einheit
	60	Darstellungseinrichtung
15	L1	ausgesendeter Laserstrahl
	L2	reflektierter Laserstrahl
	L3	zurückgestreuter Laserstrahl
	R	Rotationsachse
	D	Drehrichtung
20	V	Datenverbindung

PATENTANSPRÜCHE

1. Sensor-Vorrichtung (10) zur dreidimensionalen Erfassung von Zielobjekten, mit:

5 einem 360°-Sensor (20), welcher dazu eingerichtet ist, elektromagnetische Strahlung zur Bereitstellung von zweidimensionalen Bildern einer Umgebung des 360°-Sensors (20) zu erfassen,

einer Erkennungs-Einheit (30) zum Detektieren von bestimmten Zielobjekten in den von dem 360°-Sensor (20) bereitgestellten zweidimensionalen Bildern, und

10 einem Laserentfernungsmesser (40) zum Bestimmen einer jeweiligen Entfernung des jeweiligen Zielobjekts, wobei der Laserentfernungsmesser (40) aufweist:

eine Laserdiode (41) zum Aussenden eines Laserstrahls (L1),

15 einen Spiegel (42) zum Reflektieren des ausgesendeten Laserstrahls (L1) auf das jeweilige Zielobjekt, und

einen Piezo-Aktor (43), welcher dazu eingerichtet ist, den Spiegel (42) zumindest in Elevation derart auszurichten, dass der von dem Spiegel (42) reflektierte Laserstrahl (L2) das jeweilige Zielobjekt beleuchtet,

20 wobei der 360°-Sensor (20) und der Laserentfernungsmesser (40) eine gemeinsame Rotationsachse (R) haben.

2. Sensor-Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch

25 eine Ausgabe-Einheit (50), welche dazu eingerichtet ist, ein dreidimensionales Bild der Umgebung mit den bestimmten Zielobjekten und deren jeweiligen Entfernungen mittels der von dem 360°-Sensor (20) bereitgestellten zweidimensionalen Bildern und mittels den von dem Laserentfernungsmesser (40) bestimmten Entfernungen auszugeben.

30

3. Sensor-Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

dass der Laserentfernungsmesser (40) eine Photodiode (44) zum Empfangen zumindest eines Teils eines von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls (L3) aufweist.

5 4. Sensor-Vorrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Laserentfernungsmesser (40) eine Ermittlungs-Einheit (45) umfasst,
welche dazu eingerichtet ist, die Entfernung des jeweiligen Zielobjekts in Abhän-
gigkeit des von der Photodiode (44) empfangenen Teils des von dem Zielobjekt zu-
rückgestreuten Laserstrahls (L3) zu ermitteln.
10

5. Sensor-Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Photodiode (44) außen auf einem Gehäuse (46) des Laserentfernungsmessers (40) angeordnet ist.
15

6. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Photodiode (44) und der Spiegel (42) derart relativ zueinander angeordnet sind, dass der zumindest eine Teil des von dem Zielobjekt zurückgestreuten Laserstrahls (L3) von dem Spiegel (42) auf die Photodiode (44) umgelenkt wird.
20

7. Sensor-Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Photodiode (44) auf dem Spiegel (42) angeordnet ist.

8. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Piezo-Aktor (43) dazu eingerichtet ist, den Spiegel (42) in der Elevation und in Azimut derart auszurichten, dass der von dem Spiegel (42) reflektierte Laserstrahl (L2) das jeweilige Zielobjekt beleuchtet.
30

9. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Laserentfernungsmesser (40) dazu eingerichtet ist, den Laserstrahl (L1,
L2) mit einer Mehrzahl N von codierten Signaturen zur Differenzierung einer
5 Mehrzahl N von Zielobjekten auszustrahlen.
10. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der 360°-Sensor (20) und der Laserentfernungsmesser (40) zentrisch zuei-
10 nander angeordnet sind.
11. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Laserdiode (41) dazu eingerichtet ist, den Laserstrahl (L1) mit einer
15 Wellenlänge von zumindest 700 nm, bevorzugt von zumindest 850 nm, besonders
bevorzugt von zumindest 1100 nm, auszustrahlen und zu empfangen.
12. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass der 360°-Sensor (20) als ein 360°- Zeilensensor oder als ein 360°-Flächen-
sensor ausgebildet ist.
13. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass der 360°-Sensor (20) dazu eingerichtet ist, das zweidimensionale Bild mit ei-
ner vorbestimmten Frequenz zwischen 0,1 Hz und 10 Hz, bevorzugt mit 5 Hz, be-
reitzustellen.
14. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass der 360°-Sensor (20) dazu eingerichtet ist, mit den bereitgestellten zweidi-
mensionalen Bildern eine durchgehende Azimut-Abdeckung bereitzustellen.

15. Sensor-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass der 360°-Sensor (20) dazu eingerichtet ist, eine einstellbare Elevation-Abde-
5 ckung in einem Bereich zwischen -20° und 30° oder zwischen 10° und 20° bereit-
zustellen.

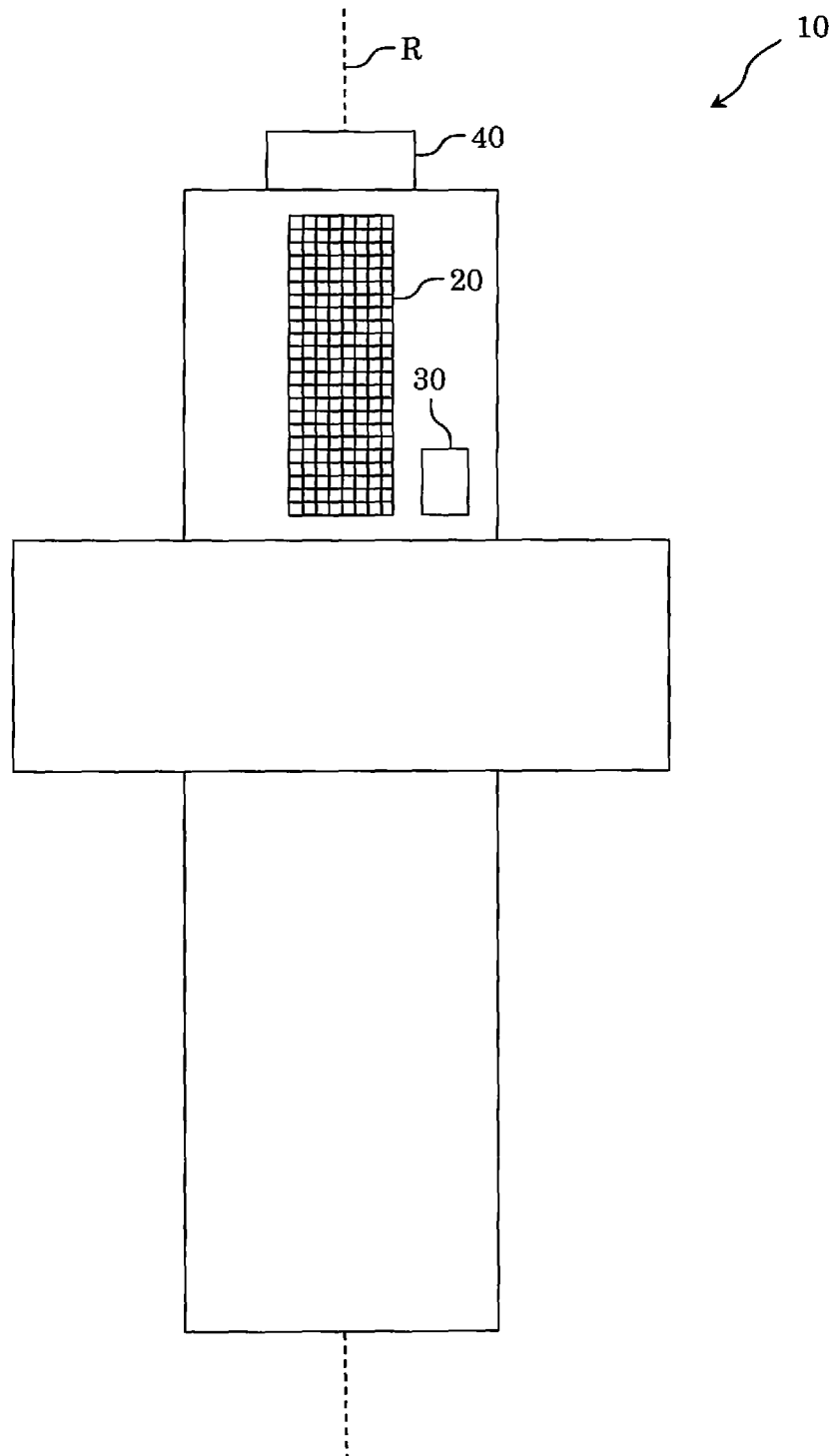


FIG. 1

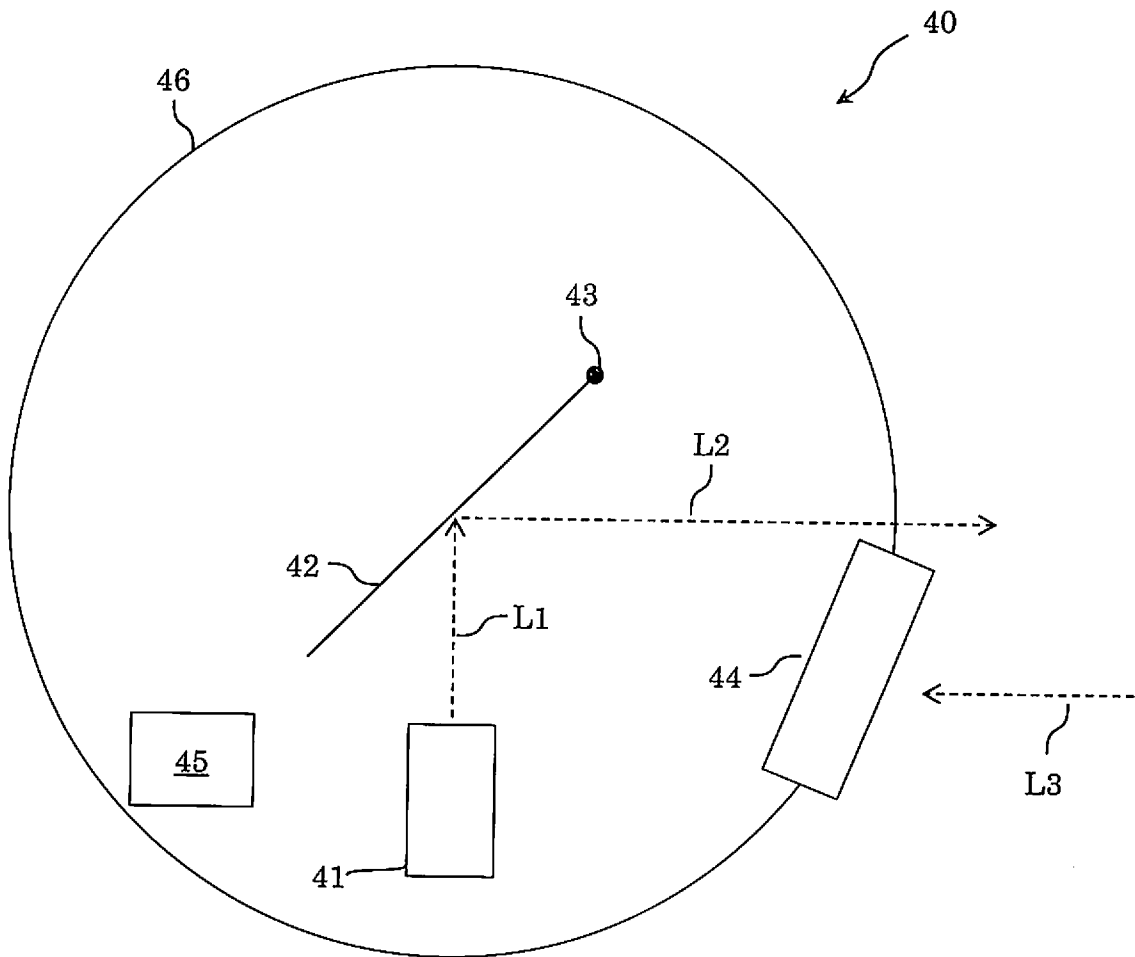


FIG. 2

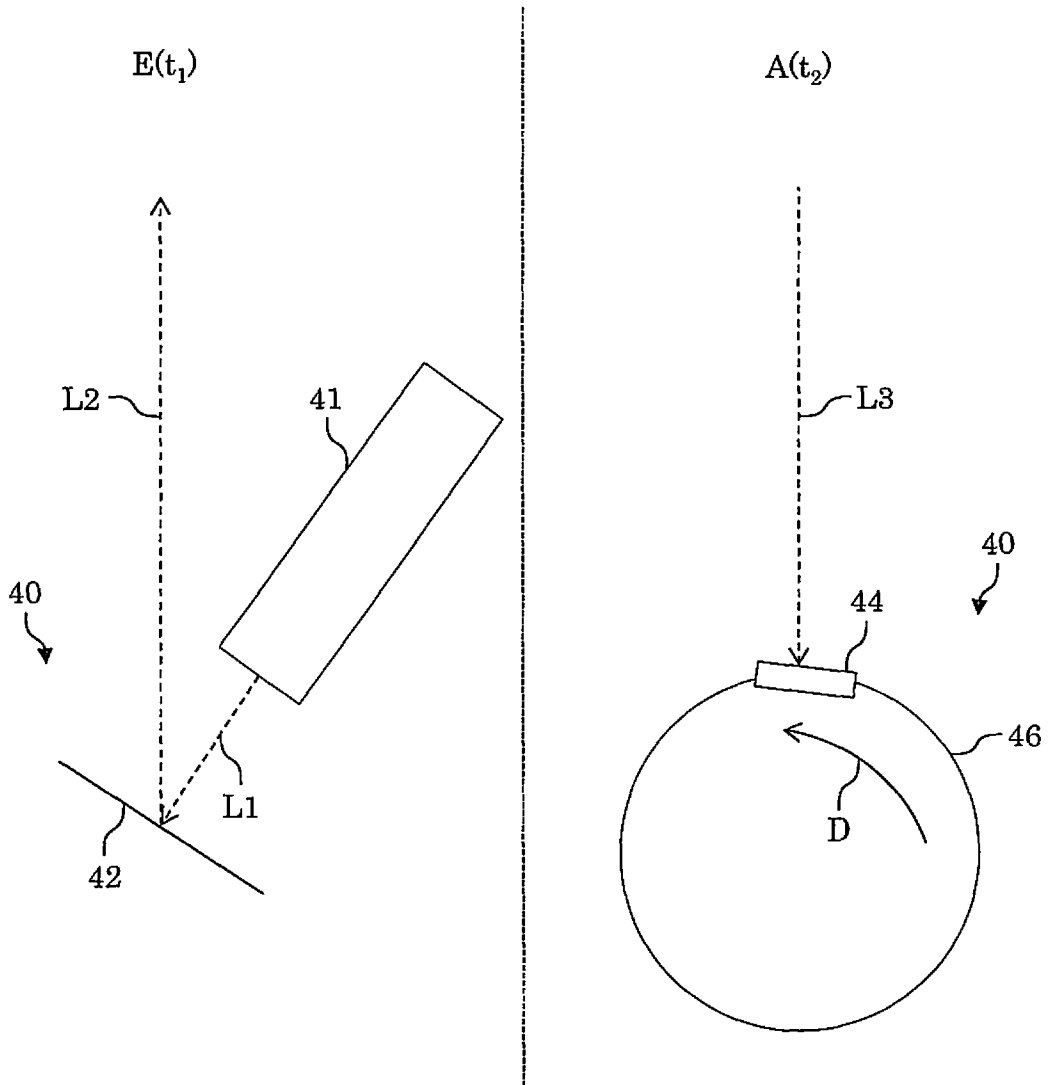


FIG. 3

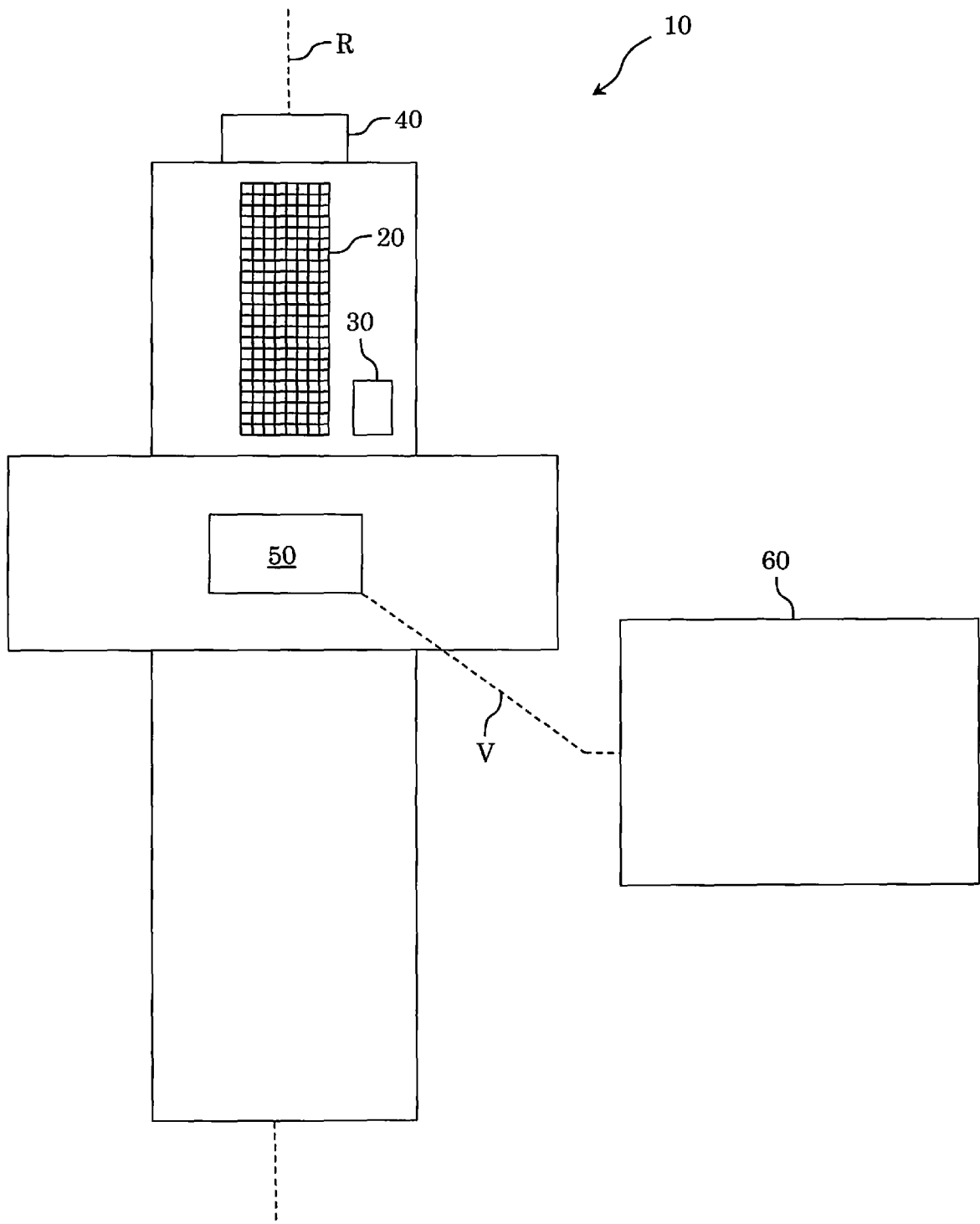


FIG. 4

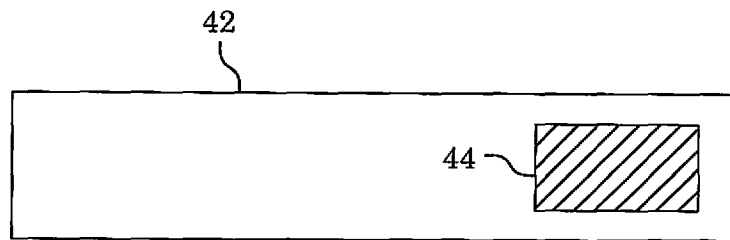


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/059954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER					
INV.	G01S17/02	G01S17/10	G01S17/87	G01S7/20	G01S13/06
	G01S13/72	G01S13/86	H01Q21/06	G01S17/66	G01S17/89
	G01S7/481				

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

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)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/266246 A1 (HJELMSTAD JENS [NO]) 15 September 2016 (2016-09-15) abstract paragraphs [0050], [0154] - [0172]; figures 10,11	1-15
A	DE 10 2014 100245 B3 (SICK AG [DE]) 20 November 2014 (2014-11-20) abstract paragraphs [0024] - [0026]; figure 1	1-15
A	US 2009/251680 A1 (FARSAIE ALI [US]) 8 October 2009 (2009-10-08) abstract paragraphs [0001], [0004], [0013] - [0026]; figures 1-3 claim 1	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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 such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 July 2018	23/07/2018

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer van Norel, Jan
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/059954

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/342657 A1 (ROBERTSON ALEC [US]) 26 December 2013 (2013-12-26) abstract paragraphs [0027] - [0032]; figures 1,2,5 -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/059954

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016266246 A1	15-09-2016	EP 2866052 A1	29-04-2015
		JP 2017502258 A	19-01-2017
		US 2016266246 A1	15-09-2016
		WO 2015059247 A1	30-04-2015

DE 102014100245 B3	20-11-2014	DE 102014100245 B3	20-11-2014
		EP 2894493 A1	15-07-2015
		JP 2015132599 A	23-07-2015

US 2009251680 A1	08-10-2009	NONE	

US 2013342657 A1	26-12-2013	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/059954

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES					
INV.	G01S17/02	G01S17/10	G01S17/87	G01S7/20	G01S13/06
	G01S13/72	G01S13/86	H01Q21/06	G01S17/66	G01S17/89
	G01S7/481				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01S

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2016/266246 A1 (HJELMSTAD JENS [NO]) 15. September 2016 (2016-09-15) Zusammenfassung Absätze [0050], [0154] - [0172]; Abbildungen 10,11	1-15
A	DE 10 2014 100245 B3 (SICK AG [DE]) 20. November 2014 (2014-11-20) Zusammenfassung Absätze [0024] - [0026]; Abbildung 1	1-15
A	US 2009/251680 A1 (FARSAIE ALI [US]) 8. Oktober 2009 (2009-10-08) Zusammenfassung Absätze [0001], [0004], [0013] - [0026]; Abbildungen 1-3 Anspruch 1	1-15
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
11. Juli 2018	23/07/2018
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter van Norel, Jan

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/342657 A1 (ROBERTSON ALEC [US]) 26. Dezember 2013 (2013-12-26) Zusammenfassung Absätze [0027] - [0032]; Abbildungen 1,2,5 -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/059954

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2016266246 A1	15-09-2016	EP 2866052 A1	29-04-2015
		JP 2017502258 A	19-01-2017
		US 2016266246 A1	15-09-2016
		WO 2015059247 A1	30-04-2015

DE 102014100245 B3	20-11-2014	DE 102014100245 B3	20-11-2014
		EP 2894493 A1	15-07-2015
		JP 2015132599 A	23-07-2015

US 2009251680 A1	08-10-2009	KEINE	

US 2013342657 A1	26-12-2013	KEINE	
