

(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
12. Januar 2023 (12.01.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/280587 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 17/18 (2020.01) G01S 7/481 (2006.01)
G01S 17/894 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/067285

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juni 2022 (23.06.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 117 333.7
05. Juli 2021 (05.07.2021) DE

(71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS
GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **GHAEMI AFSHAR, Farhang**; Brandlberger-
str. 60, 93173 Wenzelbach (DE).

(74) Anwalt: **SJW PATENTANWÄLTE**; Goethestrasse 21,
80336 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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: SIGNAL TRANSIT TIME-SELECTIVE FLASH LIDAR SYSTEM AND METHOD FOR OPERATION THEREOF

(54) Bezeichnung: SIGNALLAUFEITSELEKTIVES FLASH-LIDAR-SYSTEM UND VERFAHREN FÜR DESSEN BETRIEB

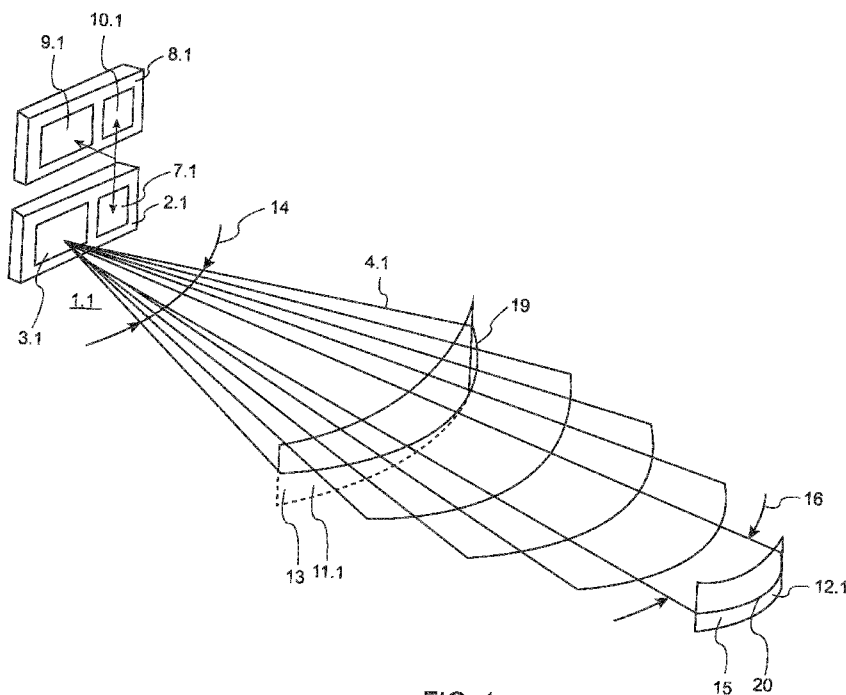


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a signal transit time-selective flash LiDAR system comprising an emitter for emitting pulsed illuminating radiation into an object space; a detection unit having an image sensor for detecting the radiation reflected back from the object space; and a sensor control device for the transit time selection, the sensor control device being designed in such a way that the radiation reflected back is detected separately by a first measurement surface and a second measurement surface, the second measurement surface being further away from the detection unit than the first measurement surface. The invention is characterised in that an illuminating field control arrangement is provided which is synchronised in time with the sensor control device and is designed so that, by the illuminating radiation, a first illuminating field having a first solid angle extension is generated on the first measurement

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

surface and a second illuminating field having a second solid angle extension is generated on the second measurement surface, and the first solid angle extension is greater than the second solid angle extension.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System umfassend einen Emitter zur Abgabe einer gepulsten Ausleuchtungsstrahlung in einen Objektraum; eine Detektionseinheit mit einem Bildsensor zur Erfassung der aus dem Objektraum rückreflektierten Strahlung; und eine Sensorsteuerungseinrichtung für die Laufzeitselektion, wobei die Sensorsteuerungseinrichtung derart ausgeführt ist, dass die rückreflektierte Strahlung von einer ersten Messfläche und einer zweiten Messfläche getrennt erfasst wird und wobei die zweite Messfläche in einer größeren Entfernung zur Detektionseinheit liegt als die erste Messfläche. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass eine mit der Sensorsteuerungseinrichtung zeitlich synchronisierte Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung vorliegt, die so gestaltet ist, dass durch die Ausleuchtungsstrahlung auf der ersten Messfläche ein erstes Beleuchtungsfeld mit einer ersten Raumwinkelausdehnung und auf der zweiten Messfläche ein zweites Beleuchtungsfeld mit einer zweiten Raumwinkelausdehnung erzeugt werden und die erste Raumwinkelausdehnung größer ist als die zweite Raumwinkelausdehnung.

**SIGNALLAUFZEITSELEKTIVES FLASH-LIDAR-SYSTEM
UND VERFAHREN FÜR DESSEN BETRIEB**

Die vorliegende Anmeldung nimmt Priorität der deutschen Anmeldung DE 10 2021 117 333.7 vom 05. Juli 2021 in Anspruch deren Offenbarungsgehalt hiermit durch Rückbezug vollständig aufgenommen wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System mit einem Emitter zur Abgabe einer gepulsten Ausleuchtungsstrahlung und eine Sensorsteuerungseinrichtung für die Laufzeitselektion einer Detektionseinheit sowie ein Verfahren für den Betrieb eines signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems.

Die LiDAR-Technik (Light Detection and Ranging) für die Umgebungserfassung ist bekannt und wird insbesondere in der Fahrzeug- und Weltraumtechnik für autonome Systeme eingesetzt. Als Messprinzip dient eine Laufzeitmessung (Time of Flight, ToF), wobei ein Emitter ein optisches Signal zur Ausleuchtung eines Objektraums generiert und eine Detektionseinheit das von einem dort befindlichen Objekt rückreflektierte Echosignal laufzeitbasiert erfasst, sodass zusätzlich zur Reflektionscharakteristik des Objekts eine winkelaufgelöste Abstandsinformation resultiert. Als Emitter werden häufig Klasse-1-Laser im nahen Infrarot (780 nm - 1,6 µm, beispielsweise 1550 nm) verwendet, die für das menschliche Auge ungefährlich sind. Die Benutzung eines kontinuierlich emittierenden Lasers für ein LiDAR-System ist zwar möglich, wobei Emitter im Pulsbetrieb meist zur Verringerung eines durch Umgebungslichteffekte bedingten Rauschsignals bevorzugt werden.

LiDAR-Systeme können in Raster-LiDAR und in Flash-LiDAR unterteilt werden. Auch die Kombination beider Systeme ist möglich. Für ein Raster-LiDAR wird ein winkelsensitiver Emitter eingesetzt, der einen Lichtstrahl in unterschiedliche Raumrichtungen

aussendet. Zur Strahlführung kann ein rotierender Spiegel oder ein Mikrospiegelarray verwendet werden. Bekannt ist auch der Einsatz einer adaptiven, dem Emitter nachgeschalteten Optik für ein Raster-LiDAR, beispielsweise einer Flüssigkristalloptik, zur sequenziellen Bewegung eines Ausleuchtungsstrahls durch den zu erfassenden Objektraum.

Für Flash-LiDAR wird eine winkelsensitive Detektionseinheit, meist ein Bildsensor und bevorzugt ein IR-Bildsensor, eingesetzt. Mögliche Alternativen stellen mechanisch nachgeführte, bewegliche FOTOSENSOREN oder eine dem Sensor vorgeschaltete adaptive Optik zur Winkelauflösung eines Objektes dar. Für die Beleuchtung ist der Emitter bei einem Flash-LiDAR meist so gestaltet, dass der zu erfassende Objektraum als Ganzes ausgeleuchtet wird, wobei wiederum gepulste Flash-LiDAR-Systeme, beispielsweise mit einer Pulsdauer im Nanosekundenbereich und einer Pulswiederholrate von z.B. 30 Hz angewandt werden. Mithin wird für ein Flash-LiDAR anstatt eines bewegten, kollimierten Lichtstrahls ein Lichtkegel mit einem hinreichenden großen Abstrahlwinkel verwendet, der meist mittels einer dem Emitter nachgeschalteten Strahlaufweitungsoptik geformt ist und der im Objektraum im Bereich einer Messfläche ein horizontal ausge dehntes, bevorzugt rechteckförmiges Beleuchtungsfeld erzeugt.

Eine Weiterentwicklung des Flash-LiDARs stellt die Anwendung einer signallaufzeitselektiven Erfassung (range-gating) dar. Hierzu wird die Detektionseinheit mit dem vom Emitter erzeugten Ausleuchtungspuls synchronisiert. Die Signalerfassung durch die Detektionseinheit erfolgt dann mit einem definierten zeitlichen Versatz zur Aussendung des Ausleuchtungspulses und einer auf die Beleuchtungspulsdauer abgestimmten Messdauer, sodass für die Erfassung des Echosignals eine vorbestimmte Messfläche mit einem festgelegten Abstand zum Flash-LiDAR-System ausgewählt wird. Vorliegend wird der Begriff einer Messfläche verwendet, da die Tiefe des eigentlich mit der Strahlungsausbreitung vorliegenden Messvolumens aufgrund der typischerweise im Bereich

weniger Nanosekunden gewählten Ausleuchtungspulsdauer derart begrenzt ist, dass im Wesentlichen die flächige Ausdehnung lateral zur Ausbreitungsrichtung für die erfassten Teile des Objektraums relevant ist. Eine meist sequenziell ausgeführte Variation des Zeitintervalls zwischen der Erzeugung des Ausleuchtungspulses und dem Beginn der Signalerfassung durch die Detektionseinheit ermöglicht die Auswahl mehrerer tiefengestaffelter Messflächen. Ein solches range-gated imaging Flash-LiDAR wird vorliegend als signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System bezeichnet.

Zur Anwendung eines signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems für autonome Fahrzeuge stellt sich das Problem, dass insbesondere der Augenschutz leistungsbegrenzte Emitter erfordert, sodass die Beleuchtungsintensität für die sichere Erfassung von Objekten im Fernbereich, beispielsweise in einem Abstand von 200 m und mehr, oftmals nicht ausreichend ist. Daher wurden Objekttrackingverfahren vorgeschlagen, für die begrenzte, räumlich wandernde Messflächen separat ausgeleuchtet werden. Dieser Ansatz führt zu einem komplexen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-System, das nicht in allen relevanten Bereichen des Objektraums Umgebungsdaten erfasst.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System, insbesondere für autonome Systeme, anzugeben, das aus einem großen Bereich des Objektraums eine hohe Informationsdichte liefert. Des Weiteren ist ein Betriebsverfahren für ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System zu nennen, das eine Vereinfachung der Datenverarbeitung ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch das in Anspruch 1 genannte signallaufzeitselektive Flash-LiDAR-System gelöst. Anspruch 13 nennt die Merkmale des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb des signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems und weitere Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ausgangspunkt der Erfindung ist ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System. Dieses umfasst ein Beleuchtungssystem mit einem Emitter, bevorzugt einen IR-Laser, zur Abgabe einer gepulsten Ausleuchtungsstrahlung in einen Objektraum und eine Detektionseinheit mit einem Bildsensor zur Erfassung der aus dem Objektraum rückreflektierten Strahlung. Für die Laufzeitselektion dient eine Sensorsteuerungseinrichtung, die derart ausgeführt ist, dass die rückreflektierte Strahlung von einer ersten Messfläche und einer zweiten Messfläche im Objektraum getrennt erfasst wird, wobei vorliegend davon ausgegangen wird, dass die zweite Messfläche in einer größeren Entfernung zur Detektionseinheit liegt als die erste Messfläche. Bevorzugt ist, die Rückreflektion einer Vielzahl von tiefengestaffelten Messflächen zu messen. Die Auswahl der jeweiligen Messfläche, wird durch eine Sensorsteuerungseinrichtung für die Laufzeitselektion vorgenommen, die zeitlich mit der Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung synchronisiert ist. Mithin wird durch die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung der zeitliche Versatz zwischen der Aussendung des Ausleuchtungspulses durch den Emitter für die jeweilige Messfläche und eine auf die Beleuchtungspulsdauer abgestimmte Messdauer eingestellt.

Zur Lösung der Aufgabe haben die Erfinder erkannt, dass für eine Messfläche im Fernbereich eine auf ein kompaktes Beleuchtungsfeld konzentrierte Ausleuchtung mit einer entsprechend hohen Leuchtdichte verwendet werden sollte. Damit liegen präzisere Messdaten für die Klassifikation entfernter Objekte vor, wobei eine modell- oder KI-basierte Datenverarbeitung vereinfacht und treffsicherer erfolgen kann. Für den Nahbereich ist ein flächig ausgedehntes Beleuchtungsfeld notwendig, wobei hierfür eine geringere Leuchtdichte ausreicht. In der Nähe ist ein möglichst breites Sichtfeld erwünscht, um möglichst alle in der unmittelbaren Umgebung befindlichen Objekte zu erfassen. Erfindungsgemäß ist daher die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung so gestaltet, dass durch die Ausleuchtungsstrahlung auf der ersten

Messfläche ein erstes Beleuchtungsfeld mit einer ersten Raumwinkelausdehnung und auf der zweiten Messfläche ein zweites Beleuchtungsfeld mit einer zweiten Raumwinkelausdehnung erzeugt werden und die erste Raumwinkelausdehnung größer gewählt ist als die zweite Raumwinkelausdehnung. Dabei bezieht sich die dem jeweiligen Beleuchtungsfeld zugeordnete Raumwinkelausdehnung auf den Raumwinkel, den die vom Beleuchtungssystem jeweils ausgehende elektromagnetische Strahlung auf der betrachteten Messfläche einnimmt.

10

Insbesondere für die Anwendung des erfindungsgemäßen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems bei autonomen Fahrzeugen wird bevorzugt, die sukzessive Vergrößerung der Raumwinkelausdehnung bei einem sich verringernden Abstand des Beleuchtungsfelds zur Detektionseinheit derart zu gestalten, dass die horizontale Ausdehnung des Beleuchtungsfelds zunimmt, da der Nahbereich für die Erfassung der Verkehrsumgebung besonders relevant ist.

15

Dabei wird die Orientierung zur Bestimmung der horizontalen Ausdehnung relativ zum Koordinatensystem des signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems definiert, wobei hierfür ein Zylinder- oder Kugelkoordinatensystem zugrunde liegt und die horizontale Ausdehnung entlang einer Mantelfläche des Beleuchtungsfelds bestimmt wird. Diese Orientierung korrespondiert dann mit der eines Umgebungskoordinatensystems, wenn sich das signallaufzeitselektive Flash-LiDAR-System in einer Neutrallage relativ zur Umgebung befindet. Für ein in einem Fahrzeug mitbewegtes System wird die horizontale Ausdehnung des Beleuchtungsfelds bezogen auf das Umgebungskoordinatensystem im Sinne einer zeitlichen Mittelung verstanden. Ferner wird die horizontale Ausdehnung für ein nicht annähernd rechteckförmiges Beleuchtungsfeld als eine über die gesamte Ausleuchtungsfläche gemittelte Ausdehnung der durch Horizontalschnitte festgelegten Mantellinien bestimmt.

30

35

Die Anpassung der Raumwinkelausdehnung der Beleuchtungsfelder in den jeweiligen Messflächen kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Gemäß einer ersten Variante umfasst das Beleuchtungssystem eine adaptive Optik, die dem Emitter im Beleuchtungsstrahlengang nachfolgt, wobei die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung zur Ansteuerung der adaptiven Optik ausgebildet ist.

Für eine zweite Variante werden unterschiedliche Lichtquellen mit separaten statischen Optiken verwendet. Mithin umfasst der Emitter für die zweite Variante eine erste Lichtquelle und eine zweite Lichtquelle, die jeweils gepulste Ausleuchtungsstrahlung in unterschiedliche Raumrichtungen des Objektraums abgeben. Dabei ist die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung für die zweite Variante so gestaltet, dass die erste Lichtquelle dem ersten Beleuchtungsfeld Ausleuchtungsstrahlung zuführt und die zweite Lichtquelle nur zur Ausleuchtung des zweiten Beleuchtungsfelds beiträgt. Möglich ist auch, dass die erste Lichtquelle sowohl das erste Beleuchtungsfeld als auch das zweite Beleuchtungsfeld beschickt. Mithin können zur Realisierung der erfindungsgemäß abstandsangepassten Ausdehnung des jeweiligen Beleuchtungsfelds unterschiedliche Lichtquellen miteinander kombiniert werden. Ferner besteht die Möglichkeit, mehrere Lichtquellen zusammen mit einer oder mehreren adaptiven Optiken einzusetzen.

Die für die erste Variante verwendete adaptive Optik kann eine Flüssigkristalloptik umfassen, die dem Emitter im Beleuchtungsstrahlengang nachfolgt. Dabei kann die Flüssigkristalloptik einteilig angelegt sein oder es liegt eine Anordnung mit mehreren Flüssigkristalloptikmodulen vor. Für eine Weiterentwicklung ist der Flüssigkristalloptik eine Temperierungseinrichtung zugeordnet, die insbesondere für wechselnden Umgebungstemperaturen ausgesetzten autonomen Systemen eine für den Betrieb hinreichende Temperaturkonstanz sicherstellt.

Für eine weitere Ausgestaltung beider Varianten kann der Emitter mindestens eine oberflächenemittierende IR-Laserdiode (VCSEL)

umfassen. Diese erlaubt eine Vereinfachung der optischen Strahlführung, da oberflächenemittierende IR-Laserdioden elektromagnetische Strahlung mit einer guten Kollimation bereitstellen. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn eine Flüssigkristalloptik als adaptive Optik eingesetzt wird. Alternativ oder zusätzlich kann eine zwischen dem Emitter und der Flüssigkristalloptik angeordnete Kollimationsoptik verwendet werden.

In einigen Ausführungsformen weist die Detektionseinheit einen Bildsensor zur Erfassung der aus dem Objektraum rückreflektierten Strahlung auf und die Sensorsteuerungseinrichtung ist so ausgebildet, dass die Messung der rückreflektierten Strahlung von der ersten Messfläche und von der zweiten Messfläche zeitversetzt erfolgt. Mithin arbeitet das signallaufzeitselektive Flash-LiDAR-System zeitlich getaktet.

In einigen Ausführungsformen umfasst die Detektionseinheit einen ersten Bildsensor mit einem an das erste Beleuchtungsfeld angepassten ersten statischen Abbildungssystem und einen zweiten Bildsensor mit einem an das zweite Beleuchtungsfeld angepassten zweiten statischen Abbildungssystem. Liegen mehr als zwei Beleuchtungsfelder vor, wird die Zahl der Bildsensoren entsprechend erhöht.

In einigen Ausführungsformen liegen die Flächenschwerpunkte der Beleuchtungsfelder auf einer Geraden. Des Weiteren besteht für eine Weitergestaltung die Möglichkeit, dass die Verbindungslinien zwischen dem Zentrum der Detektionseinheit und den Flächenschwerpunkten der jeweiligen Beleuchtungsfelder in unterschiedliche Richtungen weisen und/oder dass diese Richtungen zeitlich variieren, sodass das signallaufzeitselektive Flash-LiDAR-System mit zusätzlichen Funktionen eines Raster-LiDARs zu einem Hybridsystem erweitert wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betrieb eines signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems verwendet eine Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung, die ein erstes Beleuchtungsfeld mit einer ersten Raumwinkelausdehnung in einer ersten Messfläche und ein zweites Beleuchtungsfeld mit einer zweiten Raumwinkelausdehnung in einer zweiten Messfläche erzeugt, wobei die erste Raumwinkelausdehnung größer als die zweite Raumwinkelausdehnung gewählt ist, wenn sich die erste Messfläche näher an der Detektionseinheit befindet als die zweite Messfläche. Dadurch wird erreicht, dass das ausgeleuchtete Nahfeld mit einem großen Öffnungswinkel erfasst wird. Als Folge besteht bevorzugt eine höhere Anzahl von Messdaten in der Nahumgebung, die bei der autonomen Navigation zur Kollisionsvermeidung besonderes relevant ist. In der Fernumgebung kann aufgrund der Konzentration auf ein engeres Sichtfeld die Leistungsdichte der Ausleuchtung erhöht werden, sodass sich die für die Objekterkennung nötige Datenverarbeitung weniger komplex gestaltet und insgesamt eine verbesserte Treffsicherheit bei der Klassifikation der Objekteigenschaften sichergestellt ist.

Nachfolgend sind beispielhafte Ausgestaltungsvarianten der Erfindung im Zusammenhang mit Figurendarstellungen erläutert. Diese zeigen, jeweils schematisch, Folgendes:

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems.

Fig. 2 stellt den Verlauf des ausgeleuchteten Raumwinkels R in Abhängigkeit des Abstands D zur Detektionseinheit dar.

Fig. 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems.

- Fig. 4 zeigt ein Beleuchtungssystem mit einer Flüssigkristalloptik als adaptive Optik in einer ersten Fokussierungsstellung.
- 5 Fig. 5 zeigt ein Beleuchtungssystem aus Figur 4 mit der Flüssigkristalloptik in einer zweiten Fokussierungsstellung.
- Fig. 6 zeigt eine zweite Variante des erfindungsgemäßen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems.
10
- Fig. 7 zeigt ein signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System gemäß dem Stand der Technik.
- 15 Das schematisch vereinfacht in Figur 7 dargestellte, signallaufzeitselektive Flash-LiDAR-System 1 entspricht dem bekannten Stand der Technik. Ersichtlich ist ein Beleuchtungssystem 2 mit einem Emitter 3, beispielsweise einem augensicheren IR-Laser, der eine gepulste Ausleuchtungsstrahlung 4 in einen Objektraum
20 5 abstrahlt. Des Weiteren umfasst das Beleuchtungssystem 2 eine Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7, die den Emitter 3 ansteuert und die Pulsdauer und die Pulsabstände festlegt. Ferner ist eine Detektionseinheit 8 mit einem Bildsensor 9 gezeigt, die die aus dem Objektraum 5 rückreflektierte Strahlung erfasst.
- 25 Dabei weist die Detektionseinheit 8 zusätzlich eine Sensorsteuerungseinrichtung 10 auf, die mit der Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7 zeitlich synchronisiert ist, wobei durch eine Variation der Verzögerungszeit für den Beginn der Messung relativ zum Zeitpunkt der Abgabe der gepulsten Ausleuchtungs-
30 strahlung 4 unterschiedlich Messflächen im Objektraum selektiert werden. Die Messdauer ist sehr kurz gewählt und auf die Pulsdauer im Nanosekundenbereich abgestimmt. Folglich wird anstatt eines in die Tiefe ausgedehnten Messvolumens vorliegend eine quasi-zweidimensional ausgedehnte Messfläche betrachtet.
- 35 Exemplarisch sind eine erste Messfläche 11 und eine zweite Messfläche 12 in Figur 7 gezeigt, wobei die erste Messfläche 11

näher an der Detektionseinheit 8 liegt als die zweite Messfläche 12, sodass die erste Messfläche 11 den Nahbereich des Objektraum 5 und die zweite Messfläche 12 den Fernbereich repräsentieren.

5 Gemäß dem Stand der Technik erzeugt das Beleuchtungssystem 2 eine Ausleuchtungsstrahlung 4, die mit einer konstanten Raumwinkelausdehnung abgestrahlt wird. Damit nimmt auch die Ausdehnung des auf der jeweiligen Messfläche vorliegenden Beleuchtungsfelds mit zunehmendem Abstand zum Beleuchtungssystem 2 zu,
10 und die Ausleuchtungsleistungsdichte ab. Dies führt dazu, dass Objekte im Fernfeld im Bereich der zweiten Messfläche 12 nur mit einem größeren Aufwand für die Datenverarbeitung erkannt werden und verzögert für eine Objektverfolgung Berücksichtigung finden. Eine Konzentration der Strahlungsleistung auf einen en-
15 geren Raumwinkel zur Lösung des Problems ist nur bis zu einem gewissen Grad möglich, da ansonsten die Ausdehnung der ersten Messfläche 11 im Nahbereich nicht ausreichend ist, um alle dort befindlichen Objekte zu erkennen. Dies ist insbesondere beim Einsatz eines signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems 1
20 für ein autonomes Fahrzeug relevant, da im direkten Fahrzeugumfeld befindliche Objekte eine Kollisionsgefahr bergen und sicher lokalisiert und einem Objekttyp zugeordnet werden müssen.

Figur 1 zeigte ein erstes Ausführungsbeispiel des signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems 1.1, das eine Lösung für die
25 voranstehend beschriebene Problematik liefert. Gezeigt ist, dass die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7.1 des Beleuchtungssystems 2.1, zur Ansteuerung des Emitters 3.1 so angelegt ist, dass durch die gepulste Ausleuchtungsstrahlung 4.1 auf
30 einer ersten Messfläche 11.1 ein erstes Beleuchtungsfeld 13 mit einer ersten Raumwinkelausdehnung 14 und auf einer zweiten Messfläche 12.1 ein zweites Beleuchtungsfeld 15 mit einer zweiten Raumwinkelausdehnung 16 erzeugt werden, wobei für das in einem kleineren Abstand zur Detektionseinheit 8 liegende erste Be-
35 leuchtungsfeld 13 die erste Raumwinkelausdehnung 14 erfindungsgemäß größer als die zweite Raumwinkelausdehnung 16 des weiter

entfernten zweiten Beleuchtungsfelds 15 ist. Damit steht ein großer Raumwinkel R für die Nahfelderfassung zur Verfügung, der mit einem zunehmenden Abstand D zur selektierten Messfläche schrittweise enger eingestellt wird, sodass im Fernfeld eine Bündelung der Ausstrahlungsstrahlung auf einen engen Raumwinkel R vorliegt. Entsprechend ist bei der Betrachtung eines horizontalen Schnitts eine erste horizontale Ausdehnung 19 des ersten Beleuchtungsfelds 13 größer als eine zweite horizontale Ausdehnung 20 des zweiten Beleuchtungsfelds 15.

10

Figur 2 stellt mögliche Verläufe des ausgeleuchteten Raumwinkels R in Abhängigkeit des Abstands D zur Detektionseinheit dar, wobei ein linearer Raumwinkelverlauf 18.1, ein das Nahfeld bevorzugender Raumwinkelverlauf 18.2 und ein das Fernfeld stärker gewichtender Raumwinkelverlauf 18.3 gezeigt sind. Vorteilhaft ist ferner eine im Einzelnen nicht gezeigte zeitlich variable Einstellung des Raumwinkelverlaufs zur Anpassung an die jeweils vorliegenden Fahr- und Umgebungsbedingungen.

15

Figur 3 stellt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen signallaufzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems 1.2 dar. Gezeigt ist ein Beleuchtungssystem 2.2 mit einem Emitter 3.2, der eine oberflächenemittierende IR-Laserdiode 22 umfasst. Des Weiteren weist das Beleuchtungssystem 2.2 eine Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7.2 auf, die die erfindungsgemäße Raumwinkelcharakteristik für die Ausleuchtungsstrahlung 4.2 erzeugt, wobei hierzu eine adaptive Optik 21 verwendet wird. Zusätzlich ist im Strahlengang zwischen dem Emitter 3.2 und der adaptiven Optik 21 eine Kollimationsoptik 23 angeordnet.

20

25

30

Die Detektionseinheit 8.2 mit dem Bildsensor 9.2 und der Sensorsteuerungseinrichtung 10.2 erfasst die von der ersten Messfläche 11.2 rückreflektierte Strahlung mit einem Zeitversatz gegenüber von der zweiten Messfläche 12.2 der rückreflektierten Strahlung. Ferner ist ein Zoomsystem 24 vorgesehen und die Sen-

35

sorsteuerungseinrichtung 10.2 dient zu dessen zeitlich sequenzieller Einstellung, sodass ein variabler Abbildungsmaßstab am Zoomsystem 24 und/oder eine Fokusebene an das jeweils vorliegende Beleuchtungsfeld der zu selektierten Messfläche 11.2, 12.2
5 angepasst werden.

Figuren 4 und 5 zeigen eine bevorzugte Ausführung eines Beleuchtungssystems 2.4, das eine adaptive Optik 21 mit einer Flüssigkristalloptik 25, die mehrere Flüssigkristalloptikmodule 26.1, 26.2, 26.3, 26.4 aufweist, umfasst. Jedes der Flüssigkristalloptikmodule 26.1, 26.2, 26.3, 26.4 weist eine transparente Elektrodenanordnung 27.1, 27.2, 27.3, 27.4 zur Einstellung eines Feldgradienten auf, wobei Figur 4 eine erste Fokussierungsstellung zeigt, für die ein Beleuchtungsfeld mit einer großen Raumwinkelausdehnung resultiert. Im Vergleich hierzu
10 liefert die in Figur 5 dargestellte zweite Fokussierungsstellungen ein Beleuchtungsfeld mit einer verringerten Raumwinkelausdehnung. Des Weiteren ist für die Konstanthaltung einer vorbestimmten Arbeitstemperatur für die Flüssigkristalloptik 25 eine Temperierungseinrichtung 28 vorgesehen.

20 Fig. 6 zeigt eine zweite Variante des erfindungsgemäßen signalzeitselektiven Flash-LiDAR-Systems 1.3. Dargestellt ist ein Beleuchtungssystem 2.5 mit einem Emitter 3.3 und einer Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7.3 zur Erzeugung der erfindungsgemäßen Raumwinkelcharakteristik für die Ausleuchtungsstrahlung 4.3. Der Emitter 3.3 weist eine erste Lichtquelle 29 und eine zweite Lichtquelle 30 auf, die jeweils gepulste Ausleuchtungsstrahlung in unterschiedliche Raumrichtungen des Objektraums 5 abgeben. Die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung 7.3 steuert
25 die erste Lichtquelle 29 so an, dass diese Ausleuchtungsstrahlung 4.3 einem ersten Beleuchtungsfeld 13 zuführt und die zweite Lichtquelle 30 erzeugt eine Ausleuchtungsstrahlung für das zweiten Beleuchtungsfeld 15. Ferner liegt für die Detektionseinheit 8.3 ein erster Bildsensor 31 mit einem an das erste Beleuchtungsfeld 13 angepassten ersten statischen Abbildungssystem 32
30 vor. Einem zweiten Bildsensor 33 ist ein zweites statisches

Abbildungssystem 34 zugeordnet, das an die Raumwinkelausdehnung und den Abstand des zweiten Beleuchtungsfelds 15 angepasst ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

5	1, 1.1, 1.2. 1.3	signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System
10	2, 2.1 2.2, 2.3 2.4, 2.5	Beleuchtungssystem
	3, 3.1, 3.2, 3.3	Emitter
15	4, 4.1 4.2, 4.3	Ausleuchtungsstrahlung
	5	Objektraum
20	6	rückreflektierte Strahlung
	7, 7.1, 7.2, 7.3	Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung
25	8, 8.1, 8.2, 8.3	Detektionseinheit
	9, 9.1 9.2	Bildsensor
30	10, 10.1 10.2	Sensorsteuerungseinrichtung
35	11, 11.1 11.2	erste Messfläche
	12, 12.1 12.2	zweite Messfläche
40	13	erstes Beleuchtungsfeld
	14	erste Raumwinkelausdehnung
	15	zweites Beleuchtungsfeld
45	16	zweite Raumwinkelausdehnung
	17.1, ..., 17.5	Messfläche
50	18.1, ..., 18.3	Raumwinkelverlauf
	19	erste horizontale Ausdehnung

	20	zweite horizontale Ausdehnung
	21	adaptive Optik
5	22	oberflächenemittierende IR-Laserdiode
	23	Kollimationsoptik
10	24	Zoomsystem
	25	Flüssigkristalloptik
15	26.1, 26.2, 26.3, 26.4	Flüssigkristalloptikmodul
	27.1, 27.2, 27.3, 27.4	Elektrodenanordnung
20	28	Temperierungseinrichtung
	29	erste Lichtquelle
	30	zweite Lichtquelle
25	31	erster Bildsensor
	32	erstes statisches Abbildungssystem
30	33	zweiter Bildsensor
	34	zweites statisches Abbildungssystem
	R	Raumwinkel
35	D	Abstand

PATENTANSPRÜCHE

1. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System umfassend
ein Beleuchtungssystem (2.1, ..., 2.5) mit einem Emitter
5 (3.1, 3.2, 3.3) zur Abgabe einer gepulsten Ausleuchtungs-
strahlung (4.1, 4.2, 4.3) in einen Objektraum (5);
eine Detektionseinheit (8.1, 8.2, 8.3) mit einem
Bildsensor (9.1, 9.2) zur Erfassung der aus dem Objekt-
raum (5) rückreflektierten Strahlung (6); und
10 eine Sensorsteuerungseinrichtung (10.1, 10.2) für die
Laufzeitselektion, wobei die Sensorsteuerungseinrichtung
(10.1, 10.2) derart ausgeführt ist, dass die rückreflek-
tierte Strahlung (6) von einer ersten Messfläche (11.1,
11.2) und einer zweiten Messfläche (12.1, 12.2) getrennt
15 erfasst wird und
wobei die zweite Messfläche (12.1, 12.2) in einer größe-
ren Entfernung zur Detektionseinheit (8, 8.1, 8.2, 8.3)
liegt als die erste Messfläche (11.1, 11.2);
dadurch gekennzeichnet, dass
20 eine mit der Sensorsteuerungseinrichtung (10.1, 10.2)
zeitlich synchronisierte Beleuchtungsfeldsteuerungsan-
ordnung (7.1, 7.2, 7.3) vorliegt, die so gestaltet ist,
dass durch die Ausleuchtungsstrahlung (4, 4.1, 4.2, 4.3)
auf der ersten Messfläche (11.1, 11.2) ein erstes Be-
25 leuchtungsfeld (13) mit einer ersten Raumwinkelausdehnung
(14) und auf der zweiten Messfläche (12.1, 12.2) ein
zweites Beleuchtungsfeld (15) mit einer zweiten Raumwin-
kelausdehnung (16) erzeugt werden und
die erste Raumwinkelausdehnung (14) größer als die zweite
30 Raumwinkelausdehnung (16) ist.
2. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach An-
spruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

eine erste horizontale Ausdehnung (19) des ersten Beleuchtungsfelds (13) größer als eine zweite horizontale Ausdehnung (20) des zweiten Beleuchtungsfelds (15) ist.

- 5 3. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem
 der Ansprüche 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Beleuchtungssystem (2.1,...,2.5) eine adaptive Optik
 (21) umfasst und die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung
10 (7.1, 7.2, 7.3) zur Ansteuerung der adaptiven Optik (21)
 ausgebildet ist.
4. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach An-
 spruch 3,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
 die adaptive Optik (21) eine Flüssigkristalloptik (25)
 umfasst.
5. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach An-
20 spruch 4,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 das Beleuchtungssystem (2.1, ..., 2.5) eine Temperierungs-
 einrichtung (28) für die Flüssigkristalloptik (25) um-
 fasst.
- 25 6. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem
 der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 zwischen dem Emitter (3.1, 3.2, 3.3) und der Flüssigkris-
30 talloptik (25) eine Kollimationsoptik (23) angeordnet
 ist.
7. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach An-
 spruch 1,
35 dadurch gekennzeichnet, dass

- der Emitter (3.1, 3.2, 3.3) eine erste Lichtquelle (29) und eine zweite Lichtquelle (30) umfasst, die jeweils gepulste Ausleuchtungsstrahlung (4.1, 4.2, 4.3) in unterschiedliche Raumrichtungen des Objektraums (5) abgeben und
- 5 die Beleuchtungsfeldsteuerungsanordnung (7.1, 7.2, 7.3) so gestaltet ist, dass die erste Lichtquelle (29) Ausleuchtungsstrahlung (4, 4.1, 4.2, 4.3) dem ersten Beleuchtungsfeld (13) oder dem ersten Beleuchtungsfeld (13)
- 10 und dem zweiten Beleuchtungsfeld (15) zuführt und die zweite Lichtquelle (30) Ausleuchtungsstrahlung (4, 4.1, 4.2, 4.3) nur dem zweiten Beleuchtungsfeld (15) zuführt.
8. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem
- 15 der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Emitter (3.1, 3.2, 3.3) eine oberflächenemittierende IR-Laserdiode (22) umfasst.
- 20 9. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorsteuerungseinrichtung (10.1, 10.2) so ausgebildet ist, dass die Erfassung der rückreflektierten
- 25 Strahlung (6) von der ersten Messfläche (11.1, 11.2) gegenüber der Erfassung der rückreflektierten Strahlung (6) von der zweiten Messfläche (12.1, 12.2) zeitversetzt erfolgt.
- 30 10. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinheit (8.1, 8.2, 8.3) ein Zoomsystem (24) umfasst und die Sensorsteuerungseinrichtung (10.1, 10.2)
- 35 zur Anpassung eines variablen Abbildungsmaßstabs und/oder einer Fokusebene des Zoomsystems (24) an das von der

Detektionseinheit (8.1, 8.2, 8.3) jeweils erfasste Beleuchtungsfeld (13, 15) ausgelegt ist.

11. Signallaufzeitselektives Flash-LiDAR-System nach einem
5 der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Detektionseinheit (8.1, 8.2, 8.3) einen ersten
Bildsensor (31) mit einem an das erste Beleuchtungsfeld
(13) angepassten ersten statischen Abbildungssystem (32)
10 und einen zweiten Bildsensor (33) mit einem an das zweite
Beleuchtungsfeld (15) angepassten zweiten statischen Ab-
bildungssystem (34) umfasst.
12. Verfahren zum Betrieb eines signallaufzeitselektiven
15 Flash-LiDAR-Systems gemäß einem der vorhergehenden An-
sprüche 1 bis 11, wobei die Beleuchtungsfeldsteuerungs-
anordnung (7.1, 7.2, 7.3) in einer ersten Messfläche
(11.1, 11.2) ein erstes Beleuchtungsfeld (13) mit einer
ersten Raumwinkelausdehnung (14) und in einer zweiten
20 Messfläche (12.1, 12.2) ein zweites Beleuchtungsfeld (15)
mit einer zweiten Raumwinkelausdehnung (16) erzeugt, wo-
bei sich die erste Messfläche (11.1, 11.2) näher an der
Detektionseinheit (8, 8.1, 8.2, 8.3) befindet als die
zweite Messfläche (12.1, 12.2); und durch die Beleuch-
25 tungsfeldsteuerungsanordnung (7.1, 7.2, 7.3) die erste
Raumwinkelausdehnung (14) größer als die zweite Raumwin-
kelausdehnung (16) eingestellt wird.

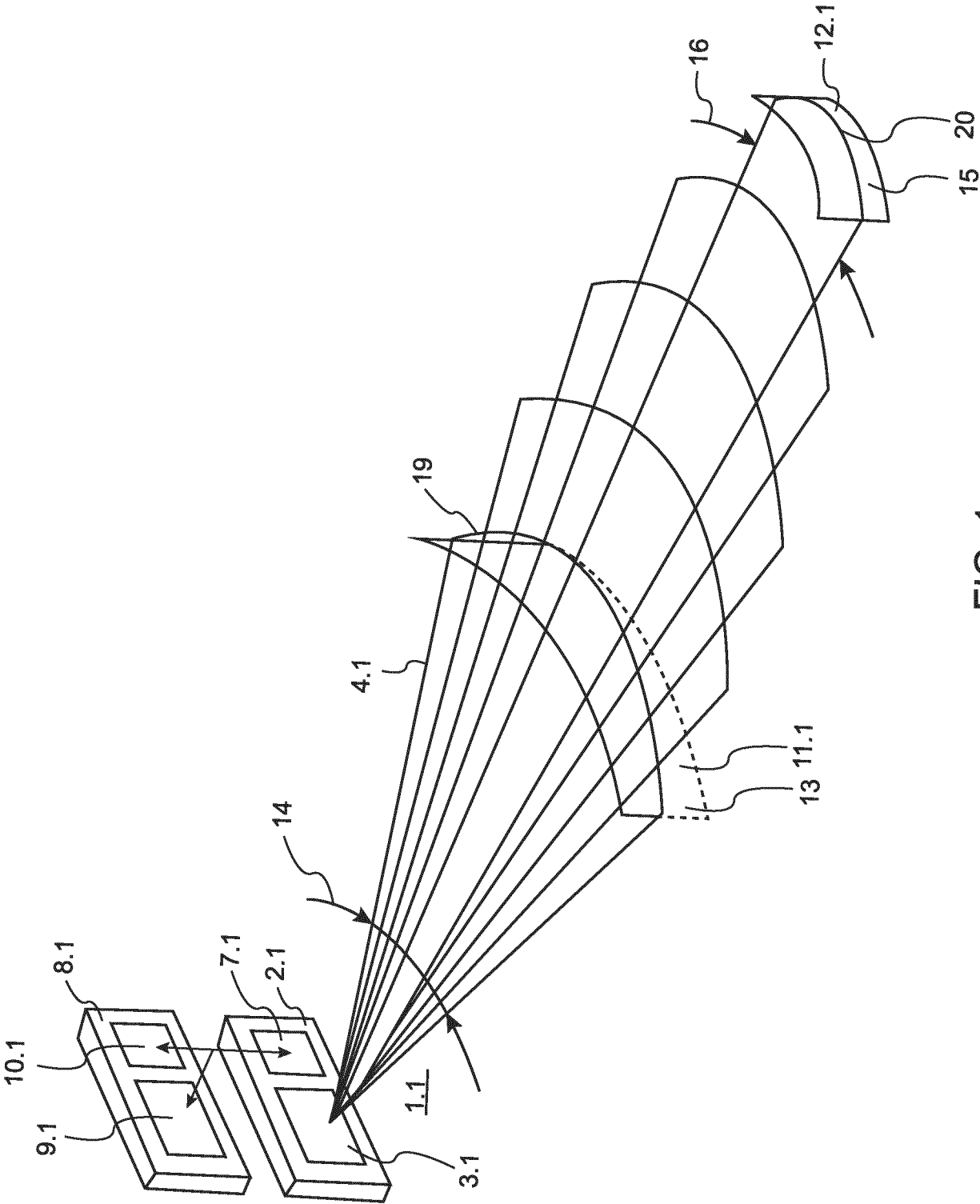


FIG. 1

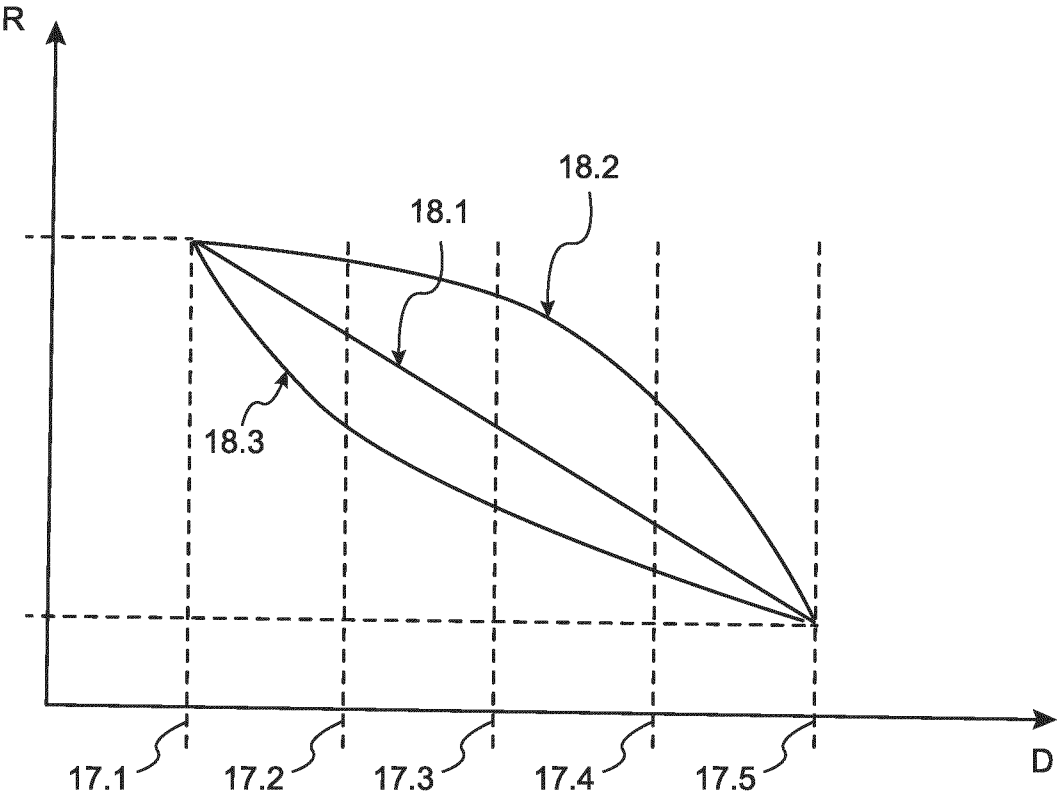


FIG. 2

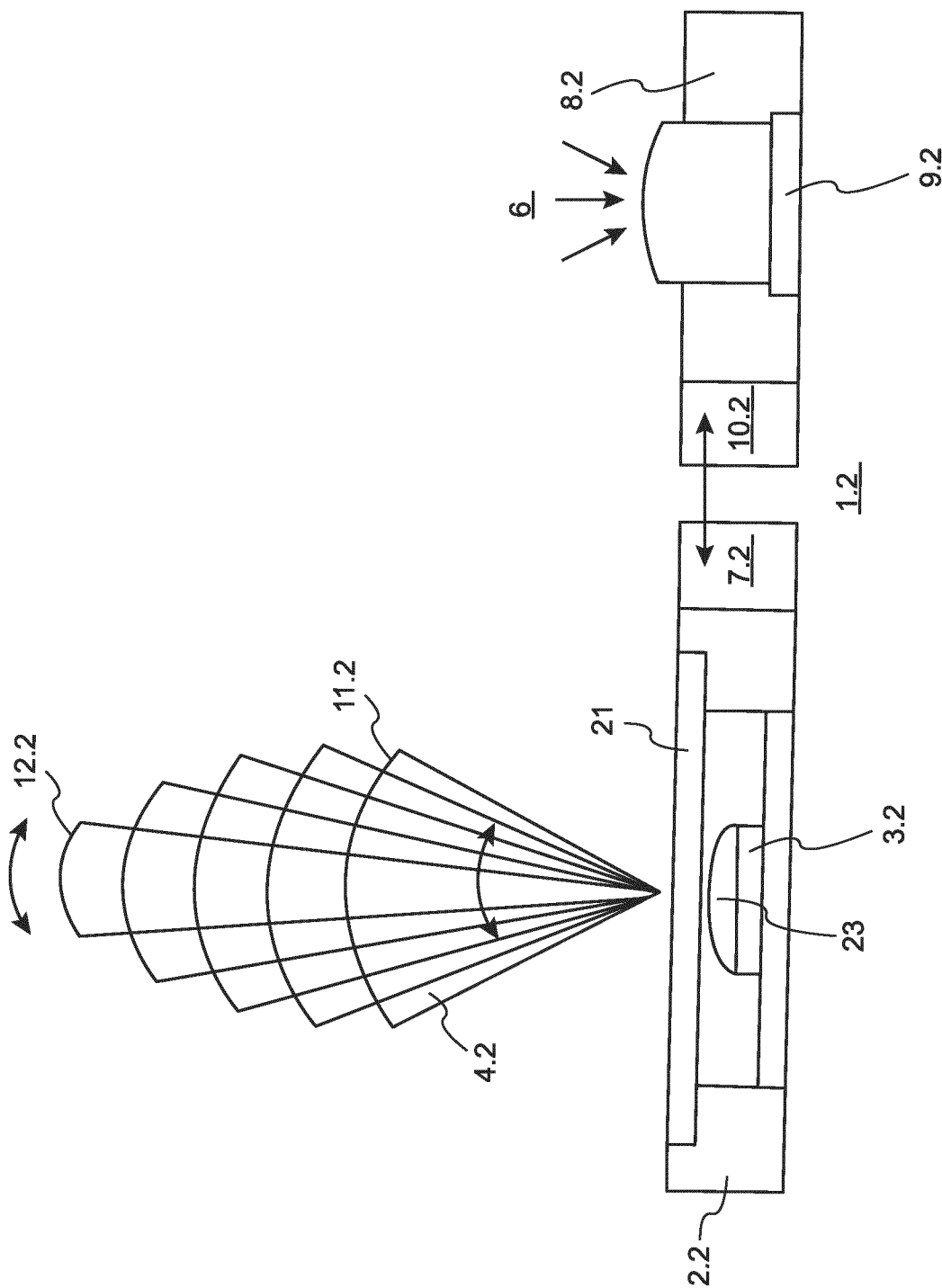


FIG. 3

4/7

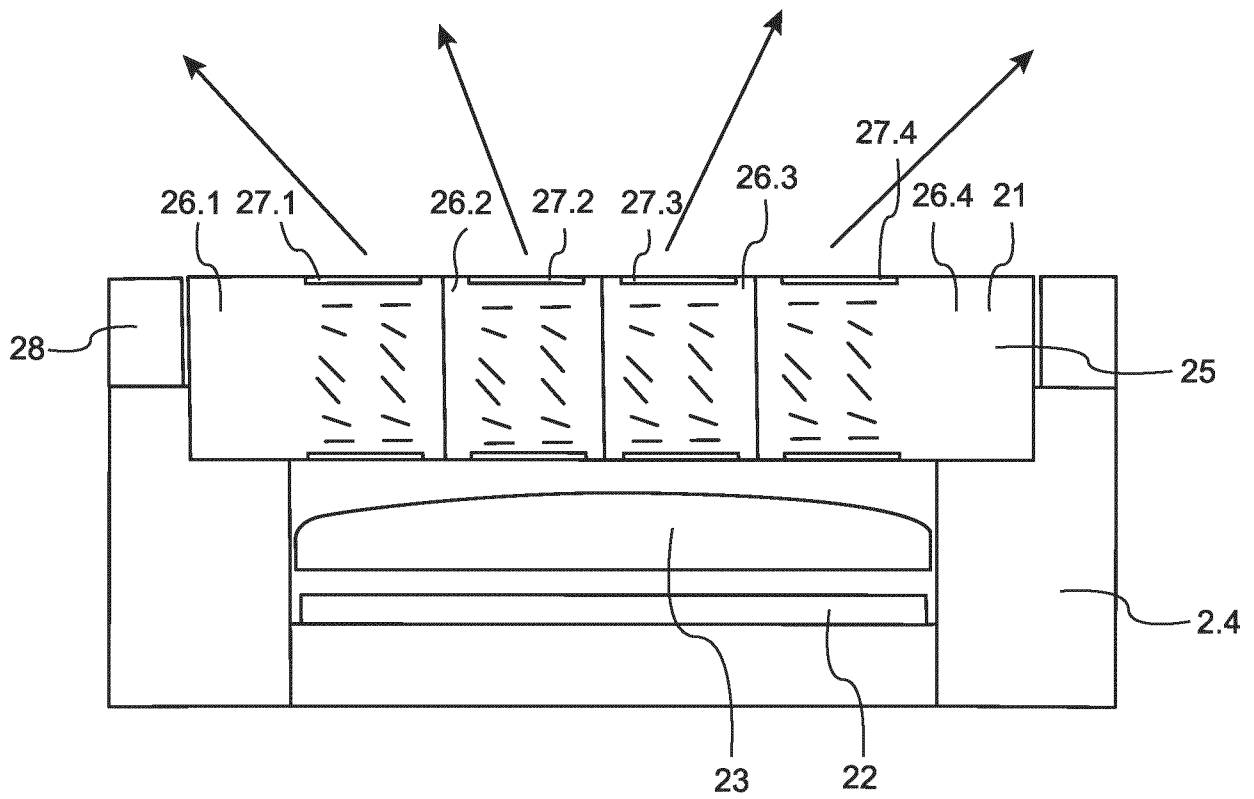


FIG. 4

5/7

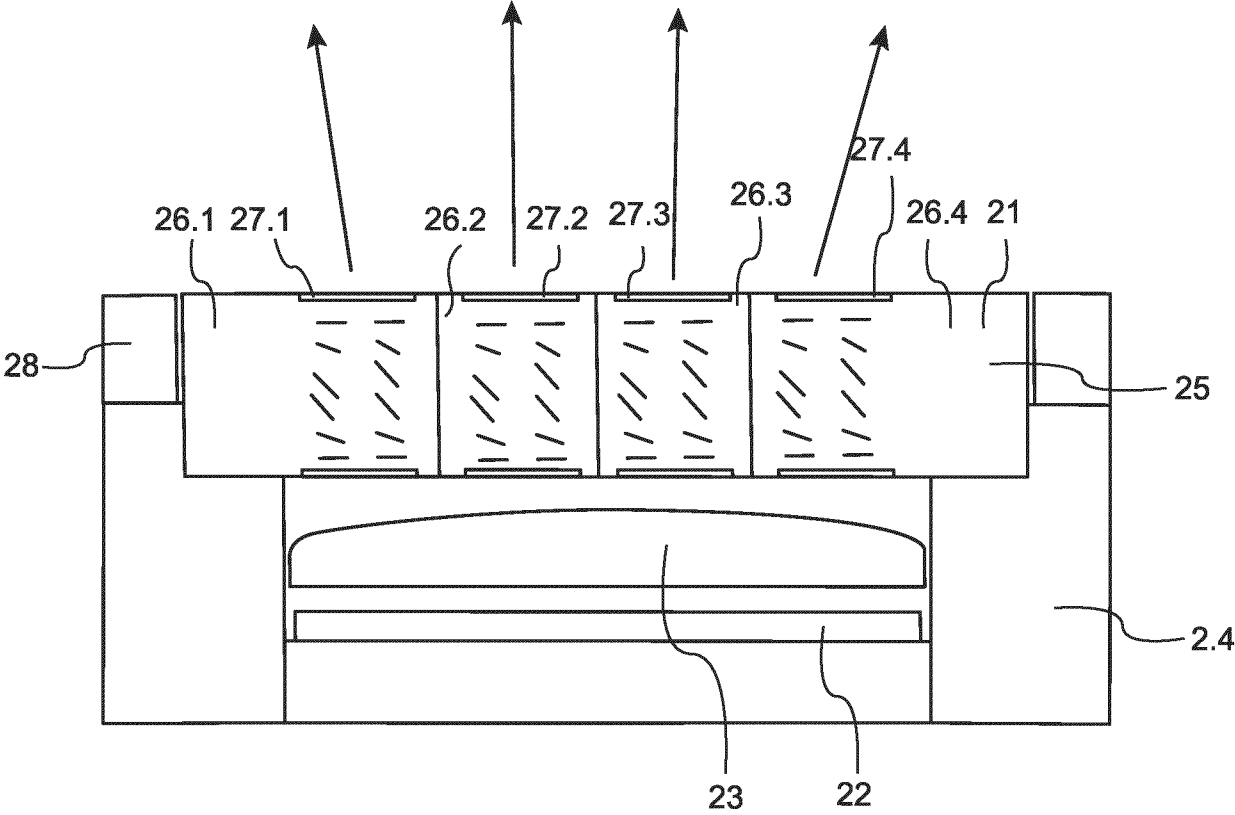


FIG. 5

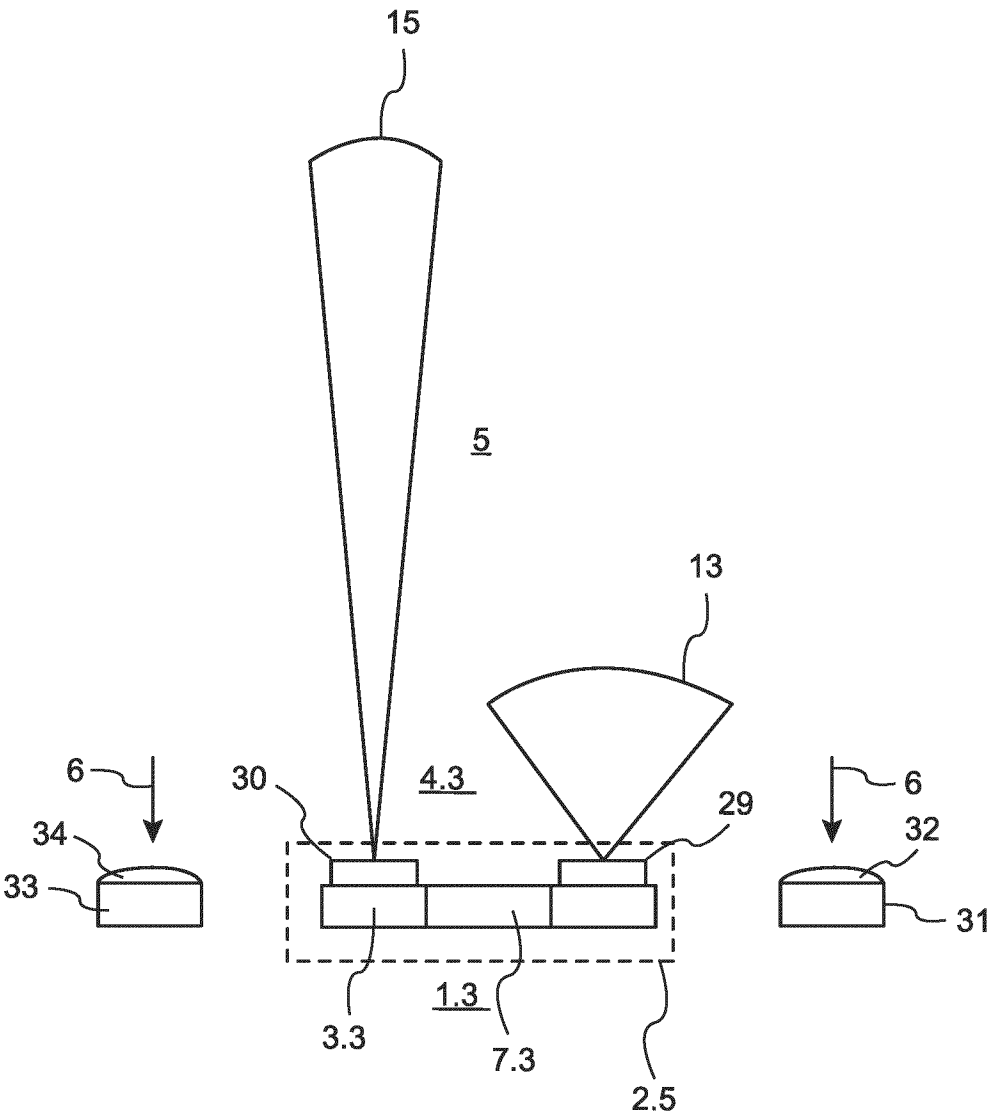


FIG. 6

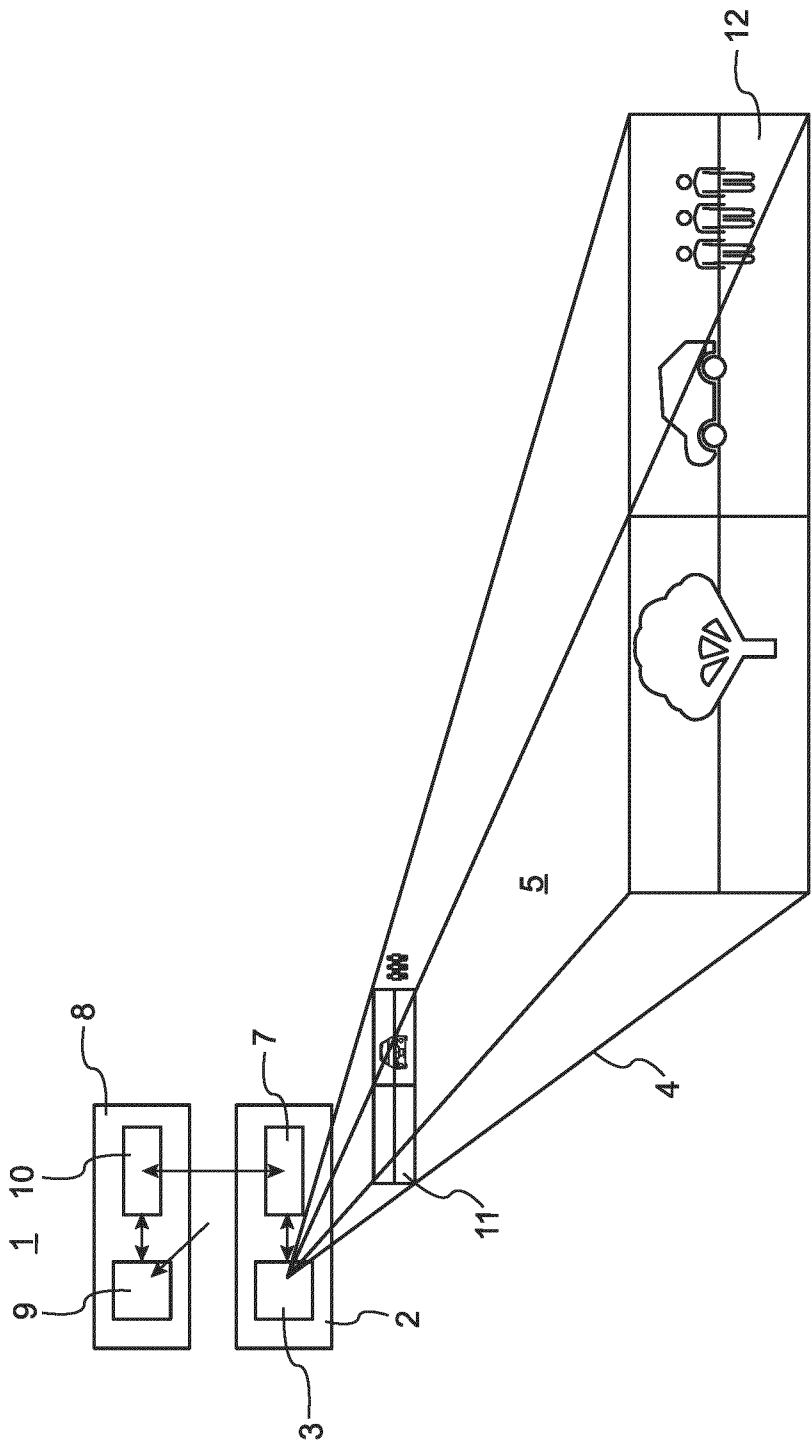


FIG. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/067285**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01S 17/18**(2020.01)i; **G01S 17/894**(2020.01)i; **G01S 7/481**(2006.01)i

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021067377 A1 (SENSE PHOTONICS INC [US]; UNIV COURT UNIV OF EDINBURGH [GB]) 08 April 2021 (2021-04-08) paragraphs [0006] - [0038], [0048] - [0102] figures 1-14	1-12
A	DE 102018217277 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 16 April 2020 (2020-04-16) paragraphs [0001] - [0033] page 1; figure 1	1-12
A	WO 2021039388 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP [JP]) 04 March 2021 (2021-03-04) paragraphs [0093] - [0110] figure 11	1-12
A	US 2019146067 A1 (LEPPIN HEIKO [US] ET AL) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0003] - [0005], [0014] - [0035] figures 1-7	1-12



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

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 October 2022

Date of mailing of the international search report

18 October 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kruck, Peter

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/067285

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021067377	A1	08 April 2021	EP	4031908	A1	27 July 2022
				WO	2021067377	A1	08 April 2021
DE	102018217277	A1	16 April 2020	NONE			
WO	2021039388	A1	04 March 2021	CN	112432079	A	02 March 2021
				CN	212719323	U	16 March 2021
				DE	112020004009	T5	12 May 2022
				EP	4022344	A1	06 July 2022
				JP	2021034239	A	01 March 2021
				KR	20220050133	A	22 April 2022
				TW	202109080	A	01 March 2021
				US	2022291346	A1	15 September 2022
				WO	2021039388	A1	04 March 2021
US	2019146067	A1	16 May 2019	US	2019146067	A1	16 May 2019
				WO	2019099490	A1	23 May 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S17/18 G01S17/894 G01S7/481 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2021/067377 A1 (SENSE PHOTONICS INC [US]; UNIV COURT UNIV OF EDINBURGH [GB]) 8. April 2021 (2021-04-08) Absätze [0006] - [0038], [0048] - [0102] Abbildungen 1-14 -----	1-12
A	DE 10 2018 217277 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 16. April 2020 (2020-04-16) Absätze [0001] - [0033] Seite 1; Abbildung 1 -----	1-12
A	WO 2021/039388 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP [JP]) 4. März 2021 (2021-03-04) Absätze [0093] - [0110] Abbildung 11 -----	1-12
	-/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
10. Oktober 2022		18/10/2022
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 Kruck, Peter

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2019/146067 A1 (LEPPIN HEIKO [US] ET AL) 16. Mai 2019 (2019-05-16) Absätze [0003] - [0005], [0014] - [0035] Abbildungen 1-7 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/067285

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2021067377 A1	08-04-2021	EP 4031908 A1	27-07-2022
		WO 2021067377 A1	08-04-2021

DE 102018217277 A1	16-04-2020	KEINE	

WO 2021039388 A1	04-03-2021	CN 112432079 A	02-03-2021
		CN 212719323 U	16-03-2021
		DE 112020004009 T5	12-05-2022
		EP 4022344 A1	06-07-2022
		JP 2021034239 A	01-03-2021
		KR 20220050133 A	22-04-2022
		TW 202109080 A	01-03-2021
		US 2022291346 A1	15-09-2022
		WO 2021039388 A1	04-03-2021

US 2019146067 A1	16-05-2019	US 2019146067 A1	16-05-2019
		WO 2019099490 A1	23-05-2019
