

(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  
03. November 2022 (03.11.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2022/228980 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/481 (2006.01) G01S 17/89 (2020.01)  
G01S 7/497 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/060499

(22) Internationales Anmeldedatum:  
21. April 2022 (21.04.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2021 204 330.5  
30. April 2021 (30.04.2021) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **RICHTER, Johannes**; Goeppinger Str. 22, 71636 Ludwigsburg (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, 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.

(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).

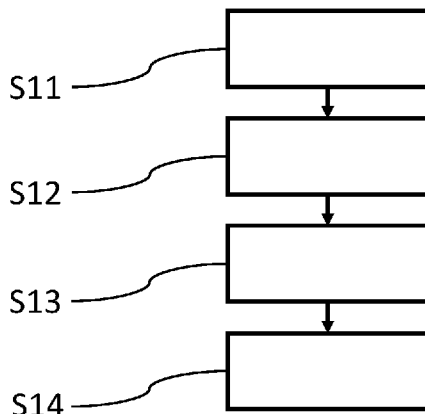
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR MONITORING AN ANGULAR POSITION OF A LIDAR SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINER WINKELPOSITION EINES LIDAR-SYSTEMS

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring an angular position of a LiDAR system having at least one rotatable mirror, said method comprising the steps of: a) emitting laser light by means of the LiDAR system; b) receiving laser light by means of the LiDAR system; c) determining the angular position of the LiDAR system as a function of the received laser light; d) monitoring the angular position by comparing a predefined angular position with the angular position determined in step c). Furthermore, a corresponding LiDAR system, a computer program and a machine-readable storage medium are disclosed.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems mit mindestens einem drehbaren Spiegel beschrieben, umfassend die Schritte: a) Aussenden von Laserlicht durch das LiDAR-System; b) Empfangen von Laserlicht durch das LiDAR-System; c) Ermitteln der Winkelposition des LiDAR-Systems in Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts; d) Überwachen der Winkelposition mittels Vergleich mit einer vordefinierten Winkelposition mit der in Schritt c) ermittelten Winkelposition. Weiterhin wird ein entsprechendes LiDAR-System, ein Computerprogramm und ein maschinenlesbares Speichermedium offenbart.

WO 2022/228980 A1

Beschreibung

Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems

5

Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems.

10

Stand der Technik

15

Hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge (Level 3-5) werden in den nächsten Jahren immer mehr auf unseren Straßen vorzufinden sein. Es existieren verschiedene Konzepte, wie ein solches automatisiertes Fahrzeug realisiert werden kann. All diese Ansätze benötigen verschiedenste Sensoren (z.B. Videokameras, LiDAR-, Radar-, Ultraschall-Sensoren), wobei insbesondere LiDAR-Sensoren eine immer wichtigere Rolle spielen – optische Sensoren, welche mithilfe von Laserlicht 3D-Punktwolken der Umgebung erzeugen.

20

Eine Art von LiDAR-Sensoren sind LiDAR-Sensoren mit rotierendem Spiegel. Dabei sind die Sende- und Empfangsmodule auf dem Stator fest verbaut und das Laserlicht wird durch einen rotierenden Spiegel in verschiedene Raumrichtungen abgelenkt. Dabei deckt die Spiegelrotation eine Raumrichtung ab, während die zweite Scanrichtung durch das Anbringen mehrerer Laserquellen oder durch die Nutzung eines Line-Flashes und mehrerer Detektoren im Empfangsmodul abgedeckt wird.

25

30

Die genauen Messrichtungen der Laserstrahlung sind abhängig von der Rotorposition und werden in einem Kalibrierschritt während der Herstellung des LiDAR-Sensors bestimmt (Winkelkalibrierung). Während des Normalbetriebs wird der aktuelle Rotorwinkel von einem Encoder bestimmt. Die Winkelbestimmung des rotierenden Spiegels kann dabei jedoch mit der Zeit fehlerhaft werden. In solchen Fällen wird eine Rekalibrierung bzw. ein Reset der Winkel notwendig. Dabei kann es von hoher Sicherheitsrelevanz sein, dass das automatisierte Fahrzeug eine solche Miss-Kalibrierungs-Situation automatisch erkennt und entsprechend eine

35

Rekalibrierung anfordert. Jedoch ist ein Werkstattbesuch für eine Rekalibrierung preisintensiv. Daher wäre es wünschenswert, eine Methode zu entwickeln, um LiDAR-Sensoren automatisch im Einsatz auf der Straße zu recalibrieren (auch Online-Kalibration genannt).

5

Die Druckschrift US2019339368A1 offenbart ein LiDAR-System, bei dem zur Kalibrierung eine Referenzfläche eingesetzt wird.

10

Die Druckschrift US2019383918A1 offenbart ein LiDAR-System, das einen Fehler in der Winkelausrichtung zwischen verschiedenen Prismen ermitteln kann.

Offenbarung der Erfindung

15

Vorteile der Erfindung

Offenbart wird ein Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems mit mindestens einem drehbaren Spiegel mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs.

20

Dabei wird durch das LiDAR-System Laserlicht ausgesandt, welches zumindest teilweise wieder durch das LiDAR-System empfangen wird. Dies wird beispielsweise durch Reflektion an einem Objekt verursacht.

25

In Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts wird anschließend die Winkelposition des LiDAR-Systems ermittelt.

Weiterhin wird die Winkelposition des LiDAR-Systems mittels Vergleich der ermittelten Winkelposition mit einer vordefinierten Winkelposition überwacht.

30

Dies ist vorteilhaft, da eine genaue Kenntnis der Winkelposition erforderlich ist, um durch das LiDAR-System detektierte Objekte exakt in der Umgebung einordnen zu können. Eine zu große Winkelabweichung würde somit zu einer ungenauen Lokalisierung der detektierten Objekte führen, was insbesondere bei nach-

geordneten Funktionen, beispielsweise des autonomen Fahrens, sicherheitsrelevant werden könnte. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine korrekte Winkelposition auch im Betrieb gewährleistet, da bei zu großen Abweichungen beispielsweise eine Kalibrierung durchgeführt werden kann und somit keine sicherheitskritischen Situationen auftreten können.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Zweckmäßigerweise wird die Winkelposition in Abhängigkeit der gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts und/oder des zeitlichen Abstands zwischen Aussenden des Laserlichts und Empfangen des Laserlichts ermittelt. Dies ist vorteilhaft, um beispielsweise Reflektionen an einem Deckglas des LiDAR-Systems zur Überwachung zu nutzen, indem der zeitliche Abstand entsprechend klein zu sein hat.

Zweckmäßigerweise wird ein Intensitätsmaximum des empfangenen Laserlichts zum Ermitteln der Winkelposition des LiDAR-Systems genutzt. Dies kann beispielsweise mittels eines Vergleichs mit einem vordefinierten Intensitätsmaximum erfolgen. Übersteigt die Intensität des empfangenen Laserlichts das vordefinierte Intensitätsmaximum, so bedeutet dies, dass eine entsprechend vordefinierte Winkelposition vorliegt. Dies ist vorteilhaft, da ein Intensitätsmaximum zuverlässig detektiert werden kann.

Zweckmäßigerweise entspricht die Winkelposition einer Drehstellung des mindestens einen drehbaren Spiegels. Dies ist vorteilhaft, da somit direkt eine Überwachung des drehbaren Spiegels möglich ist und eine Fehlfunktion erkannt werden kann.

Zweckmäßigerweise werden die genannten Verfahrensschritte in Iteration beziehungsweise kontinuierlich durchgeführt, bis beispielsweise ein Fahrzeug, das das LiDAR-System integriert hat, abgeschaltet wird. Somit ist eine dauerhafte Überwachung der Winkelposition des LiDAR-Systems möglich.

Zweckmäßigerweise wird bei Überschreiten einer vordefinierten Abweichung zwischen ermittelter und vordefinierter Winkelposition eine Kalibrierung der Winkelposition durchgeführt. Dies ist vorteilhaft, um eine korrekte und zuverlässige Funktion des LiDAR-Systems zu gewährleisten.

5

Zweckmäßigerweise wird zur Kalibrierung die ermittelte Abweichung auf die bisher ermittelten Winkelpositionen aufaddiert. Dies ist vorteilhaft, um korrekte Winkelpositionen zu erhalten.

10

Zweckmäßigerweise wird die Leistung des ausgesandten Laserlichts in Abhängigkeit der gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts angepasst. Dies ist vorteilhaft, um die Gewährleistung der Augensicherheit durch das LiDAR-System sicherzustellen. Beispielsweise kann bei Überschreiten eines vordefinierten Intensitätsgrenzwertes die ausgesandte Laserleistung entsprechend reduziert werden.

15

Weiterhin ist Gegenstand der Erfindung ein LiDAR-System mit mindestens einem drehbaren Spiegel, einem Laser zum Aussenden von Laserlicht, einem Detektor zum Detektieren von Laserlicht und einer elektronischen Steuereinheit, die eingerichtet sind, die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens durchzuführen.

20

Weiterhin ist Gegenstand der Erfindung ein Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass das vorgenannte LiDAR-System alle Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens ausführt.

25

Weiterhin ist Gegenstand der Erfindung ein maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das erfindungsgemäße Computerprogramm gespeichert ist.

30

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher ausgeführt.

35

Es zeigen:

Figur 1 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform;

5 Figur 2 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform;

Figur 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen LiDAR-Systems gemäß einer Ausführungsform; und

10

Figur 4 eine schematische Darstellung eines erwarteten Verlaufs der Intensität des Rückreflexes vom Deckglas über dem Rotorwinkel für das LiDAR-System gemäß Figur 3.

15

Ausführungsformen der Erfindung

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in allen Figuren gleiche Vorrichtungskomponenten oder gleiche Verfahrensschritte.

20

Figur 1 zeigt ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer ersten Ausführungsform. Dabei wird in einem ersten Schritt S11 Laserlicht durch das LiDAR-System ausgesandt. In einem zweiten Schritt S12 wird zumindest ein Teil des ausgesandten Laserlichts, welcher insbesondere an einem Deckglass des LiDAR-Systems reflektiert wurde, wieder durch das LiDAR-System empfangen. In Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts wird nun in einem dritten Schritt S13 die Winkelposition des LiDAR-Systems ermittelt. Dies ist möglich, da beispielsweise das von einem Deckglass des LiDAR-Systems reflektierte Laserlicht nur unter bestimmten Winkelpositionen vom LiDAR-System empfangen werden kann, siehe dazu auch Figur 3. Aus Kenntnis eines Intensitätsmaximums kann dann auf den Winkel geschlossen werden. In einem vierten Schritt S14 wird die Winkelposition mittels Vergleich einer vordefinierten Winkelposition mit der ermittelten Winkelposition überwacht. Falls Abweichungen auftreten, die ein vordefiniertes Maß überschreiten, kann beispielsweise eine Meldung ange-

30

zeigt werden, dass eine Werkstatt aufzusuchen ist. Alternativ kann auch eine Kalibrierung der Winkelposition unter Nutzung der ermittelten Winkelposition durchgeführt werden.

5

Figur 2 zeigt ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform. Dabei wird in einem ersten Schritt S21 Laserlicht durch das LiDAR-System ausgesandt. Dies kann beispielsweise mittels eines in dem LiDAR-System installierten Lasers erfolgen.

10

In einem zweiten Schritt S22 wird zumindest ein Teil des ausgesandten Laserlichts durch das LiDAR-System empfangen, d. h. beispielsweise durch einen Detektor in dem LiDAR-System detektiert.

15

In einem dritten Schritt S23 wird die Winkelposition des LiDAR-Systems in Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts ermittelt. Dies kann beispielsweise in Abhängigkeit der in dem zweiten Schritt S22 empfangenen, d. h. gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts erfolgen. Weiterhin kann die Ermittlung der Winkelposition in Abhängigkeit des zeitlichen Abstands zwischen Aussenden und Empfangen des Laserlichts erfolgen. Somit kann berücksichtigt werden, dass eine Reflektion innerhalb des LiDAR-Systems, beispielsweise von einem Deckglas, innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne auf den Detektor trifft. Somit kann der Zusammenhang zwischen ausgesandtem und empfangenem Licht hergestellt werden.

25

In einem vierten Schritt S24 wird die Winkelposition mittels Vergleich einer vordefinierten Winkelposition mit der in dem dritten Schritt S23 ermittelten Winkelposition überwacht. Dies ist vorteilhaft, um Abweichungen rechtzeitig zu erkennen. Entsprechend kann dann gegebenenfalls der oben beschriebene Kalibrierungsschritt eingeleitet werden.

30

Hier wird in einem fünften Schritt S25 die Leistung des ausgesandten Laserstrahls in Abhängigkeit der gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts angepasst. Anschließend wird wieder mit dem ersten Schritt S21 fortgefahren

und der Laserstrahl wird mit der entsprechend angepassten Leistung ausgesandt.

5       Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen LiDAR-Systems 30 gemäß einer Ausführungsform. Das LiDAR-System 30 umfasst dabei ein Gehäuse 36 sowie ein kombiniertes Sende- und Empfänger-Modul 33. Das Modul 33 umfasst einen Laser zum Aussenden von Laserlicht, einem Empfänger zum Empfangen von Laserlicht und einer elektronischen Steuereinheit.  
10       Diese Einheiten können ebenso auch separat in dem LiDAR-System 30 integriert sein.

Weiterhin umfasst das LiDAR-System 30 einen drehbaren Doppelspiegel 31. Das Gehäuse 36 weist an einer Seite ein lichtdurchlässiges Deckglas 32 auf, durch  
15       das das Laserlicht 35 das Gehäuse 36 des LiDAR-Systems 30 zumindest teilweise verlassen kann. Dies resultiert in dem Laserlicht 37 außerhalb des LiDAR-Systems 30. Ein Teil 34 des Laserlichts 35 wird an dem Deckglas 32 reflektiert und durch den in dem kombinierten Sende- und Empfänger-Modul 33 integrierten Empfänger detektiert. Bei der hier dargestellten Stellung des Spiegels 31 resul-  
20       tiert für den reflektierten Teil 34 des Laserlichts 35 ein Intensitätsmaximum, wie es in Figur 4 dargestellt ist. Diese Stellung kann beispielsweise mit einer 0°-Position identifiziert werden.

Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines erwarteten Verlaufs der Intensität I des Rückreflexes vom Deckglas über dem Rotorwinkel  $\Phi$  für das LiDAR-System gemäß Figur 3. Aufgrund des Doppelspiegels kommt es in 180°-Schritten zu einem Intensitätsmaximum, was für die Überwachung und gegebenenfalls Kalibrierung der Winkelposition nutzbar ist.

30



## Ansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems (30) mit mindestens einem drehbaren Spiegel (31), umfassend die Schritte:
  - a) Aussenden von Laserlicht durch das LiDAR-System (30);
  - b) Empfangen von Laserlicht durch das LiDAR-System (30);
  - c) Ermitteln der Winkelposition des LiDAR-Systems (30) in Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts;
  - d) Überwachen der Winkelposition mittels Vergleich mit einer vordefinierten Winkelposition mit der in Schritt c) ermittelten Winkelposition.
2. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Schritt c) in Abhängigkeit der gemessenen Intensität ( $I$ ) des empfangenen Laserlichts und/oder des zeitlichen Abstands zwischen Aussenden des Laserlichts und Empfangen des Laserlichts erfolgt.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Intensitätsmaximum des empfangenen Laserlichts zum Ermitteln der Winkelposition des LiDAR-Systems (30) in Schritt c) genutzt wird.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Winkelposition einer Drehstellung ( $\Phi$ ) des mindestens einen drehbaren Spiegels (31) entspricht.
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verfahrensschritte in Iteration durchgeführt werden.
6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei bei Überschreiten einer vordefinierten Abweichung zwischen ermittelter und vordefinierter Winkelposition eine Kalibrierung der Winkelposition durchgeführt wird.
7. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei zur Kalibrierung die ermittelte Abweichung auf die bisher ermittelten Winkelpositionen aufaddiert wird.

8. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Leistung des ausgesandten Laserlichts (35) in Abhängigkeit der gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts (34) angepasst wird.
- 5 9. LiDAR-System (30) mit mindestens einem drehbaren Spiegel (31), einem Laser zum Aussenden von Laserlicht, einem Empfänger zum Empfangen von Laserlicht und einer elektronischen Steuereinheit, welche eingerichtet sind, alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.
- 10 10. Computerprogramm, umfassend Befehle, die bewirken, dass das LiDAR-System (30) nach Anspruch 9 alle Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausführt.
- 15 11. Maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 10 gespeichert ist.

1 / 2

Fig. 1

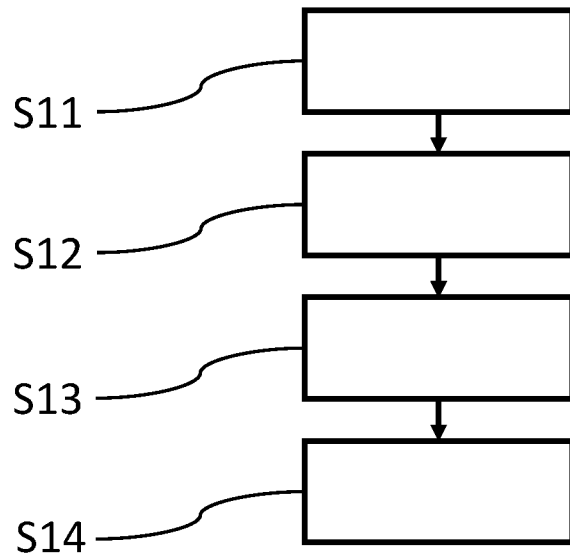


Fig. 2

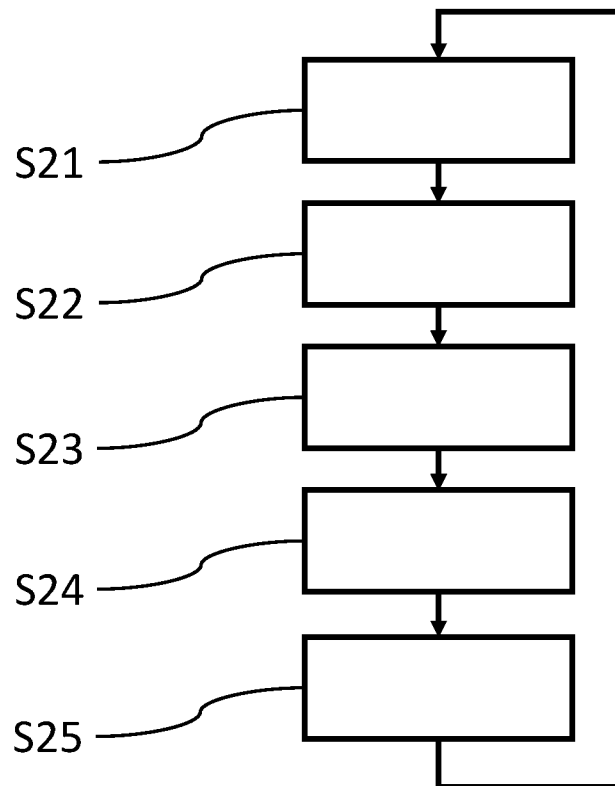


Fig. 3

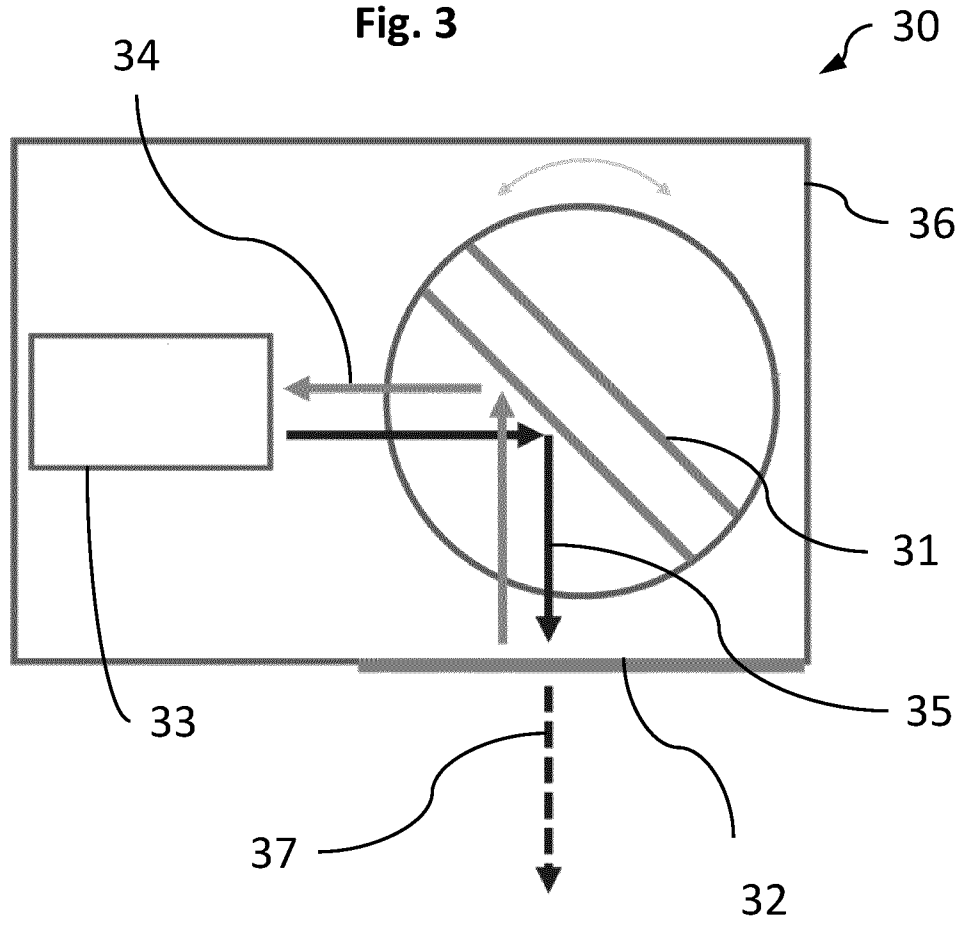
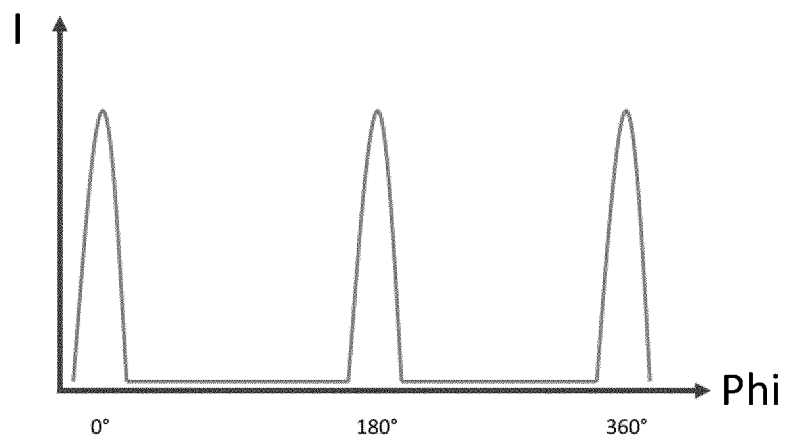


Fig. 4



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2022/060499**

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  |   |  |
|---|---|--|
| <i>G01S 7/481</i> (2006.01)i; <i>G01S 7/497</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/89</i> (2020.01)i  |   |  |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC   |   |  |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b>   |   |  |
| Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>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)<br>EPO-Internal, INSPEC, WPI Data  |   |  |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |   |  |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No.  |
| X   | KR 20200113658 A (HYUNDAI MOBIS CO LTD [KR]) 07 October 2020 (2020-10-07)<br>paragraphs [0001], [0010], [0013] - [0017], [0022], [0027], [0035] - [0037], [0040] - [0042], [0044], [0051], [0054] - [0057]; figures 2,3 | 1-7,9-11   |
| A   | EP 3702806 A1 (PIONEER CORP [JP]) 02 September 2020 (2020-09-02)<br>paragraphs [0121] - [0124], [0026], [0044], [0048], [0049]  | 1-7,9-11   |
| A   | US 2014009604 A1 (HINDERLING JUERG [CH] ET AL) 09 January 2014 (2014-01-09)<br>paragraphs [0121] - [0124], [0026], [0044], [0048], [0049]   | 1-7,9-11   |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 application or patent 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 such 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<br><b>25 July 2022</b>  |   | Date of mailing of the international search report<br><b>23 September 2022</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office<br/>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk<br/>Netherlands</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016   |   | Authorized officer<br><b>Metz, Carsten</b><br>Telephone No.                    |

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-7, 9-11

Method for monitoring an angular position of a LiDAR system as a function of the received laser light. Problem solved by the claimed invention (see page 3, lines 2-5): Preventing safety-critical situations by ensuring a correct angular position of the LiDAR system.

2. claim: 8

A method for controlling the power of an emitted laser light, wherein the power is adapted as a function of the measured intensity of the received laser light. Problem solved by the claimed invention (see page 4, lines 10-15): Ensuring that eye safety by the LiDAR system is to be secured.

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: **1-7, 9-11**

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
  - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
  - No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

|   |
|---|
| International application No.<br><b>PCT/EP2022/060499</b> |
|---|

| Patent document<br>cited in search report | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date<br>(day/month/year) |
|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| KR 20200113658 A                          | 07 October 2020                      | NONE                    |                                      |
| EP 3702806 A1                             | 02 September 2020                    | EP 3702806 A1           | 02 September 2020                    |
|   |                                      | JP 2022051779 A         | 01 April 2022                        |
|   |                                      | JP WO2019082700 A1      | 19 November 2020                     |
|   |                                      | US 2021190958 A1        | 24 June 2021                         |
|   |                                      | WO 2019082700 A1        | 02 May 2019                          |
| US 2014009604 A1                          | 09 January 2014                      | AU 2012257827 A1        | 26 September 2013                    |
|   |                                      | CA 2834189 A1           | 22 November 2012                     |
|   |                                      | CN 103547939 A          | 29 January 2014                      |
|   |                                      | EP 2523017 A1           | 14 November 2012                     |
|   |                                      | EP 2707745 A1           | 19 March 2014                        |
|   |                                      | KR 20130143137 A        | 30 December 2013                     |
|   |                                      | US 2014009604 A1        | 09 January 2014                      |
|   |                                      | WO 2012156277 A1        | 22 November 2012                     |

**Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)**

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
  
2.  Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
  
3.  Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

**Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)**

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

**siehe Zusatzblatt**

1.  Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
  
2.  Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
  
3.  Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
  
4.  Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung;; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:  
**1-7, 9-11**

**Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs**

- Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>  |   |   |
| INV. G01S7/481 G01S7/497 G01S17/89  |   |   |
| ADD.  |   |   |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC   |   |   |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>   |   |   |
| Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br><b>G01S</b>  |   |   |
| 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)<br><b>EPO-Internal, INSPEC, WPI Data</b>  |   |   |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>  |   |   |
| Kategorie*  | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile  | Betr. Anspruch Nr.  |
| <b>X</b>  | <b>KR 2020 0113658 A (HYUNDAI MOBIS CO LTD [KR]) 7. Oktober 2020 (2020-10-07)</b><br><b>Absätze [0001], [0010], [0013] - [0017], [0022], [0027], [0035] - [0037], [0040] - [0042], [0044], [0051], [0054] - [0057]; Abbildungen 2, 3</b><br>----- | <b>1-7, 9-11</b>  |
| <b>A</b>  | <b>EP 3 702 806 A1 (PIONEER CORP [JP]) 2. September 2020 (2020-09-02)</b><br><b>Absätze [0121] - [0124], [0026], [0044], [0048], [0049]</b><br>-----  | <b>1-7, 9-11</b>  |
| <b>A</b>  | <b>US 2014/009604 A1 (HINDERLING JUERG [CH] ET AL) 9. Januar 2014 (2014-01-09)</b><br><b>Absätze [0121] - [0124], [0026], [0044], [0048], [0049]</b><br>-----   | <b>1-7, 9-11</b>  |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie   |   |   |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>"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)<br>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br>"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<br>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br>"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<br>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |   |   |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche   |   | Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts        |
| <b>25. Juli 2022</b>  |   | <b>23/09/2022</b>   |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016  |   | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br><b>Metz, Carsten</b> |

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2022/060499**

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>KR 20200113658 A</b>                            | <b>07-10-2020</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----  |                               |                                   |                               |
| <b>EP 3702806 A1</b>                               | <b>02-09-2020</b>             | <b>EP 3702806 A1</b>              | <b>02-09-2020</b>             |
|  |                               | <b>JP 2022051779 A</b>            | <b>01-04-2022</b>             |
|  |                               | <b>JP WO2019082700 A1</b>         | <b>19-11-2020</b>             |
|  |                               | <b>US 2021190958 A1</b>           | <b>24-06-2021</b>             |
|  |                               | <b>WO 2019082700 A1</b>           | <b>02-05-2019</b>             |
| -----  |                               |                                   |                               |
| <b>US 2014009604 A1</b>                            | <b>09-01-2014</b>             | <b>AU 2012257827 A1</b>           | <b>26-09-2013</b>             |
|  |                               | <b>CA 2834189 A1</b>              | <b>22-11-2012</b>             |
|  |                               | <b>CN 103547939 A</b>             | <b>29-01-2014</b>             |
|  |                               | <b>EP 2523017 A1</b>              | <b>14-11-2012</b>             |
|  |                               | <b>EP 2707745 A1</b>              | <b>19-03-2014</b>             |
|  |                               | <b>KR 20130143137 A</b>           | <b>30-12-2013</b>             |
|  |                               | <b>US 2014009604 A1</b>           | <b>09-01-2014</b>             |
|  |                               | <b>WO 2012156277 A1</b>           | <b>22-11-2012</b>             |
| -----  |                               |                                   |                               |

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-7, 9-11

Ein Verfahren zur Überwachung einer Winkelposition eines LiDAR-Systems in Abhängigkeit des empfangenen Laserlichts. Gelöste Aufgabe der beanspruchten Erfindung (siehe Seite 3, Zeilen 2-5):

Vermeidung von sicherheitskritischen Situationen durch eine Gewährleistung einer korrekten Winkelposition des LiDAR-Systems.

---

2. Anspruch: 8

Ein Verfahren zur Steuerung der Leistung eines ausgesandten Laserlichts, wobei die Leistung in Abhängigkeit der gemessenen Intensität des empfangenen Laserlichts angepasst wird.

Gelöste Aufgabe der beanspruchten Erfindung (siehe Seite 4, Zeilen 10-15):

Die Gewährleistung der Augensicherheit durch das LiDAR-Systems soll sichergestellt werden.

---