

(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
15. November 2018 (15.11.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/206517 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 7/481 (2006.01) G01S 17/93 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/061752

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Mai 2018 (08.05.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102017208052.3 12. Mai 2017 (12.05.2017) DE

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

(72) Erfinder: SCHWARZ, Hans-Jochen; Pilsener Str. 10,
70567 Stuttgart (DE). OSTRINSKY, Joern; Alfred-Daeu-
ble-Strasse 2, 71254 Ditzingen (DE).

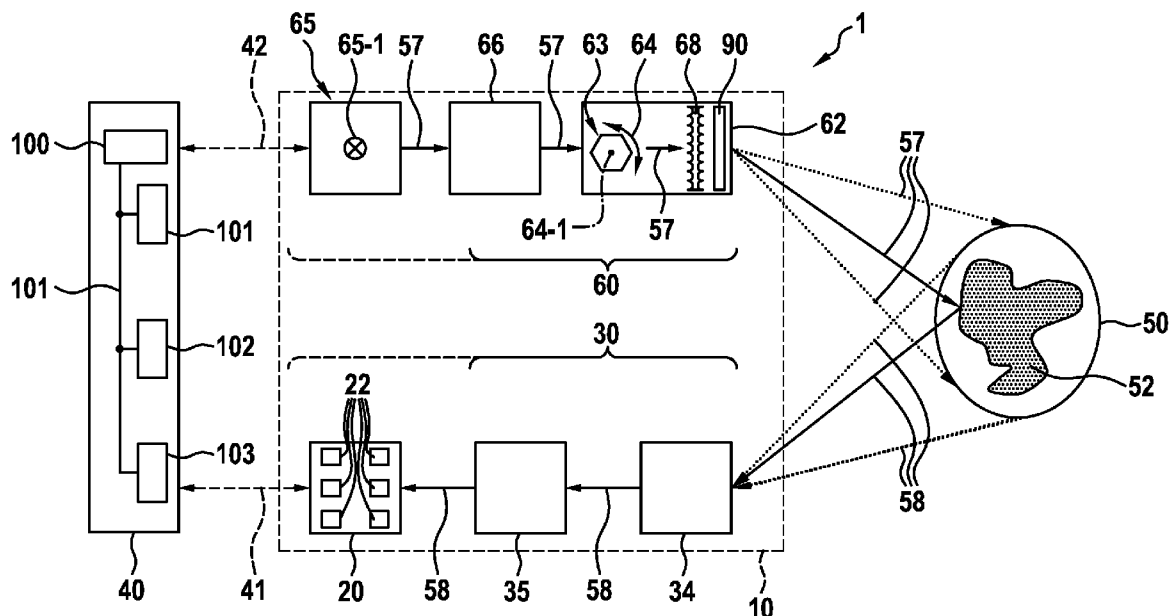
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

(54) Title: TRANSMITTER OPTICS FOR A LIDAR SYSTEM, OPTICAL ARRANGEMENT FOR A LIDAR SYSTEM, LIDAR SYSTEM AND WORKING DEVICE

(54) Bezeichnung: SENDEROPTIK FÜR EIN LIDAR-SYSTEM, OPTISCHE ANORDNUNG FÜR EIN LIDAR-SYSTEM, LIDAR-SYSTEM UND ARBEITSVORRICHTUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The present invention relates to transmitter optics (60) for a LiDAR system (1) for illuminating a field of view (50) with light, comprising a line light source (65-1) for generating and emitting primary light (57) in line form, and comprising deflection optics (62), which have a lens arrangement (68) in an intermediate image plane (69) of the deflection optics (62) for outputting received primary light (52) into the field of view (50) and a deflection mirror (64), which can pivot one-dimensionally about an axis (64-1), for collecting primary light (57) from the line light source (65-1) and for directing the primary light (57) onto the lens arrangement (68) and, in doing so, imaging the light line source (65-1) onto the lens arrangement (68) such that the image of the light line source (65-1) sweeps over the lens arrangement (68) or part thereof when the deflection mirror (63) pivots.

WO 2018/206517 A1

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)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Senderoptik (60) für ein LiDAR-System (1) zum Ausleuchten eines Sichtfeldes (50) mit Licht, mit einer Linienlichtquelle (65-1) zum Erzeugen und Ausgeben von Primärlicht (57) in Linienform und mit einer Ablenkoptik (62), welche eine Linsenanordnung (68) in einer Zwischenbildebene (69) der Ablenkoptik (62) zur Ausgabe empfangenen Primärlichts (52) in das Sichtfeld (50) sowie einen eindimensional um eine Achse (64-1) verschwenkbaren Ablenkspiegel (64) aufweist zur Aufnahme von Primärlicht (57) von der Linienlichtquelle (65-1) und zum Richten des Primärlichts (57) auf die Linsenanordnung (68) und dabei Abbilden der Linienlichtquelle (65-1) auf die Linsenanordnung (68) derart, dass das Bild der Linienlichtquelle (65-1) bei einer Schwenkbewegung des Ablenkspiegels (63) die Linsenanordnung (68) oder einen Teil davon überstreicht.

5 Beschreibung

Titel

Senderoptik für ein LiDAR-System, optische Anordnung für ein LiDAR-System,
LiDAR-System und Arbeitsvorrichtung

10

Stand der Technik

15

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Senderoptik für ein LiDAR-System zum Ausleuchten eines Sichtfeldes mit Licht, eine optische Anordnung für ein LiDAR-System zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes, ein LiDAR-System als solches sowie eine Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug.

20

Beim Einsatz von Arbeitsvorrichtungen, von Fahrzeugen und anderen Maschinen und Anlagen werden vermehrt Betriebsassistenzsysteme oder Sensoranordnungen zur Erfassung der Betriebsumgebung eingesetzt. Neben radarbasierten Systemen oder Systemen auf der Grundlage von Ultraschall kommen auch lichtbasierte Erfassungssysteme zum Einsatz, z.B. so genannte LiDAR-Systeme (englisch: LiDAR : light detection and ranging).

25

Bei abtastenden oder scannenden LiDAR-Systemen wird das Primärlicht nach der Erzeugung durch sich drehende oder verschwenkte optische Elemente über das Sichtfeld geführt, um dieses in abtastender oder scannender Weise mit Primärlicht zu überstreichen. Einerseits besitzen die schwingenden oder rotierenden Komponenten bei derartigen Systemen vergleichsweise hohe Trägheitskräfte, die überwunden werden müssen. Ferner müssen zum Einsatz kommende optische Elemente in Form von Mikrolinsen oder dergleichen auch bei Bewegung weiterer optischer Komponenten möglichst genau getroffen werden, um eine hohe Abbildungsqualität zu erhalten. Dies erfordert einen erheblichen apparativen und steuerungstechnischen Aufwand.

35

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Senderoptik für ein LiDAR-System mit den Merkmalen des Anspruches 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass mit einem vergleichsweise einfachen Aufbau und bei reduzierten Trägheitskräften bei einem abtastenden LiDAR-System eine besonders verlustfreie und abbildungstreue Erfassung des Sichtfeldes erreicht wird. Dies wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1 dadurch erreicht, dass eine Senderoptik für ein LiDAR-System zum Ausleuchten eines Sichtfeldes mit Licht angegeben wird, welche ausgebildet ist (i) mit einer Linienlichtquelle zum Erzeugen und Ausgeben von Primärlicht in Linienform und (ii) mit einer Ablenkoptik, welche eine Linsenanordnung in einer Zwischenbildebene der Ablenkoptik zur Ausgabe empfangenen Primärlichts in das Sichtfeld sowie einen eindimensional um eine Achse verschwenkbaren Ablenkspiegel aufweist zur Aufnahme von Primärlicht von der Linienlichtquelle und zum Richten des Primärlichts auf die Linsenanordnung und dabei optischen Abbilden der Linienlichtquelle auf die Linsenanordnung derart, dass das Bild der Linienlichtquelle bei einer Schwenkbewegung des Ablenkspiegels die Linsenanordnung oder einen Teil davon überstreicht.

Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Es bieten sich verschiedene Ausgestaltungsformen für die Linsenanordnung an.

So kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik die Linsenanordnung zur Ausgabe des empfangenen Primärlichts in das Sichtfeld (a) eine segmentierte Linsenanordnung, ein Linsenarray, eine Linsenmatrix, ein Mikrolinsenarray, ein Stablinsenarray mit einer Mehrzahl von Stablinsen mit parallelen Stabachsen, insbesondere mit Stabachsen parallel ausgerichtet zu einer Schwenkachse des Schwenkspiegels, (b) ein diffraktives optisches Element, insbesondere ein DOE, und/oder (c) ein Hologramm aufweisen.

Auch hinsichtlich der Linienlichtquelle bieten sich in vorteilhafter Weise verschiedene Ausgestaltungsformen mit einer oder mit mehreren zu Grunde liegenden Lichtquellen an.

Es kann die erfindungsgemäße Senderoptik (A) einen Laser, einen Kantenemitterlaser, einen Oberflächenlaser, einen VCSEL (vertical cavity surface

emitting laser), einen VeCSEL (vertical external cavity surface emitting laser) und/oder (B) eine Anordnung mit einem beleuchtbaren oder beleuchteten Spalt aufweisen. Alternativ dazu kann ein jeweiliger Laser auch als Gaslaser oder als Festkörperlaser ausgebildet sein, der unter Verwendung einer entsprechenden Strahlformungsoptik auf eine Linie aufgeweitet wird.

Es sind auch verschiedene Ausgestaltungsformen im Hinblick auf den Ablenkspiegel, der allgemein auch als Ablenkeinheit bezeichnet werden kann, denkbar.

Der Ablenkspiegel gemäß bevorzugten Ausgestaltungsformen der Senderoptik kann ausgebildet sein,

- eine Schwenkbewegung und/oder eine Rotationsbewegung auszuführen, insbesondere um eine feste Rotationsachse, in kontinuierlicher Weise und/oder nach Art einer Drehschwingung,
- mit mindestens einem Prismenspiegel oder einem Polyederspiegel mit polygonaler Querschnitts- oder Grundfläche,
- mit mindestens einer planaren, konvexen und/oder konkaven Spiegelfläche,
- mit mindestens einem Mikrospiegel,
- auf Siliziumbasis,
- statisch und/oder resonant betrieben zu werden oder betreibbar zu sein.

Andere vorteilhafte Weiterbildungen in der erfindungsgemäßen Senderoptik für ein LiDAR-System weisen eine Zwischenbildoptik auf. Diese Zwischenbildoptik kann ausgebildet sein

- zur Abbildung der Linienlichtquelle auf die Linsenanordnung,
- als Optik zwischen dem Ablenkspiegel und der Linienlichtquelle,
- als Optik zwischen der Linienlichtquelle und dem Ablenkspiegel,

- als strahlformende Optik zur Erzeugung einer Linienbeleuchtung auf der Linsenanordnung, insbesondere nach Art einer Laserlinie, und/oder
- 5 - als telezentrische und/oder f-Theta-Optik zur Erzeugung eines ebenen Bildfeldes in der Zwischenbildebene.

10 Ferner betrifft die vorliegende Erfindung auch eine optische Anordnung für ein LiDAR-System insgesamt, nämlich zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes, insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung und/oder ein Fahrzeug, mit einer Senderoptik zum Ausleuchten eines Sichtfeldes mit Primärlicht, welche gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist, und mit einer Empfängeroptik zum Empfangen von Sekundärlicht aus dem Sichtfeld.

15 Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System sind die Senderoptik und die Empfängeroptik zum Beispiel mit zumindest teilweise oder abschnittsweise zueinander coaxialen Strahlengängen ausgebildet, insbesondere im Bereich der Strahlaustrittsseite und der Strahleintrittsseite des LiDAR-Systems.

20 Unter diesen Umständen kann ein Strahlteiler ausgebildet sein, um die Strahlengänge von einer coaxialen Form auf der Strahlaustrittsseite und der Strahleintrittsseite der optischen Anordnung des LiDAR-Systems in einen Pfad von der Linienlichtquelle der Senderoptik und in einen Pfad zu einer Detektoranordnung der Empfängeroptik zu überführen.

25 Alternativ dazu sind erfindungsgemäße optische Anordnungen für ein LiDAR-System denkbar, die trotz der teilweisen oder abschnittswisen coaxialen Ausgestaltung der Strahlengänge von Senderoptik auf der Strahlaustrittsseite und Empfängeroptik auf der Strahleintrittsseite ohne Strahlteiler ausgestaltet sind, wobei dann eine vorgesehene Detektoranordnung der Empfängeroptik in unmittelbarer Nachbarschaft zur Linienlichtquelle und/oder neben der Linienlichtquelle angeordnet ist.

35 Bei einer alternativen Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System sind die Senderoptik und die Empfängeroptik mit voneinander im Wesentlichen oder größtenteils getrennten und/oder

zueinander biaxialen Strahlengängen ausgebildet, insbesondere auf der Strahlaustrittsseite der Senderoptik und auf der Strahleintrittsseite der Empfängeroptik.

5 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird auch ein LiDAR-System als solches geschaffen, welches zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes und insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung und/oder für ein Fahrzeug ausgebildet ist und eine erfindungsgemäße optische Anordnung aufweist.

10

Schließlich sind Gegenstand der vorliegenden Erfindung auch eine Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug, welche mit einem LiDAR-System gemäß der vorliegenden Erfindung zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes ausgebildet sind.

15

Kurzbeschreibung der Figuren

Unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren werden Ausführungsformen der Erfindung im Detail beschrieben.

20

Figur 1 zeigt nach Art eines schematischen Blockdiagramms den Aufbau einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems.

25

Figur 2 zeigt nach Art einer schematischen Draufsicht eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik.

Figuren 3 und 4 zeigen nach Art schematischer Draufsichten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems unter Verwendung von Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Senderoptik

30

Figur 5 zeigt nach Art einer schematischen Draufsicht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik mit zwei Sendepfaden.

35

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 5 Ausführungsbeispiele der Erfindung und der technische Hintergrund im Detail beschrieben. Gleiche und äquivalente sowie gleich oder äquivalent wirkende Elemente und Komponenten werden mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Nicht in jedem Fall ihres Auftretens wird die Detailbeschreibung der bezeichneten Elemente und Komponenten wiedergegeben.

Die dargestellten Merkmale und weiteren Eigenschaften können in beliebiger Form voneinander isoliert und beliebig miteinander kombiniert werden, ohne den Kern der Erfindung zu verlassen.

Figur 1 zeigt in Form eines schematischen Blockdiagramms eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems 1 unter Verwendung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung 10.

Das LiDAR-System 1 gemäß Figur 1 weist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik 60 auf, welche von einer Lichtquelleneinheit 65 mit einer Linienlichtquelle 65-1, z.B. in Form eines Lasers, gespeist wird und primäres Licht 57 - ggf. nach Durchlaufen einer Strahlformungsoptik 66 - in ein Sichtfeld 50 zur Untersuchung eines dort befindlichen Objekts 52 aussendet.

Des Weiteren weist das LiDAR-System 1 gemäß Figur 1 eine Empfängeroptik 30 auf, welche vom Objekt 52 im Sichtfeld 50 reflektiertes sekundäres Licht 58 über ein Objektiv 34 als Primäroptik empfängt und - gegebenenfalls über eine Sekundäroptik 35 - an eine Detektoranordnung 20 zur Detektion überträgt.

Die Steuerung der Lichtquelleneinheit 65 mit der Linienlichtquelle 65-1 sowie der Detektoranordnung 20 erfolgt über Steuerleitungen 42 bzw. 41 mittels einer Steuer- und Auswerteeinheit 40.

Kernaspekte der vorliegenden Erfindung sind im Bereich der Ablenkoptik 62 konzentriert und manifestieren sich im Vorsehen eines Drehspiegels 63, welcher um eine Rotationsachse oder Schwenkachse 64-1 mittels einer Schwenkbewegung 64 oder Rotationsbewegung 64 verschwenkbar oder rotierbar ist, um dadurch die Linsenanordnung 68 abtastend mit einem Bild der Linienlichtquelle 65-1 der Lichtquelleneinheit 65 abbildend auszuleuchten. Die

Linsenordnung 68 mit einer Mehrzahl einzelner Linsen ist dazu ausgebildet, das Primärlicht 57 in das Sichtfeld 50 mit dem darin enthaltenen Objekt 52 zu richten.

5 Bevorzugt ist als Teil der Ablenkoptik 62 auch eine Projektionsoptik 90 ausgebildet, die dazu eingerichtet ist, das Primärlicht 57 unter den verschiedenen Winkeln in das Sichtfeld 50 auszusenden und entsprechend gegebenenfalls Sekundärlicht 58 aus den verschiedenen Winkeln des Sichtfeldes 50 nach Art eines Objektivs aufzunehmen.

10 Figur 2 zeigt nach Art einer schematischen Draufsicht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik 60 als Teil einer optischen Anordnung 10 für ein LiDAR-System 1 und konzentriert sich auf Kernaspekte der vorliegenden Erfindung.

15 Diese bestehen in der Verwendung einer Linienlichtquelle 65-1 als Bestandteil der Lichtquelleneinheit 65 und dem Einsatz einer Linsenordnung 68, welche eine Zwischenbildebene 69 definiert, auf welcher durch einen als dritte Maßnahme vorgesehenen Drehspiegel 63, der über eine Drehbewegung 64 um
20 eine Drehachse 64-1 rotierbar ist, ein Bild der Linienlichtquelle 65-1 die Zwischenbildebene 69 und damit die Linsenordnung 68 überstreichend abgebildet wird.

25 Die Linsenordnung 68 selbst dient dazu, das Primärlicht 57 in das Sichtfeld 50 zu richten, um dadurch das Sichtfeld 50 nach Art eines Umfelds zu überwachen.

30 In der Ausführungsform gemäß Figur 2 ist der Drehspiegel 63 nach Art eines Prismenspiegels mit einer Grundfläche in Form eines gleichförmigen Sechsecks und quadratischen oder rechteckigen Spiegelflächen ausgebildet. Die Linsenordnung 68 besteht aus einer Mehrzahl zueinander parallel
ausgerichteter Stablinsen, deren Symmetrieachse parallel ausgerichtet ist zur Drehachse 64-1 des Drehspiegels 63. Die einzelnen Linsensegmente sind hier beispielhaft bikonkav ausgestaltet.

35 Figuren 3 und 4 zeigen nach Art schematischer Draufsichten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems 1 unter Verwendung von Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Senderoptik 60.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 3 sind die Strahlengänge 31 und 61 der Empfängeroptik 30 und der erfindungsgemäßen Senderoptik 60 miteinander teilweise koaxial ausgebildet und werden erst im Bereich und durch Wirkung des Strahlteilers 80 separiert.

Die Senderoptik 60 gemäß Figur 3 entspricht dem Kern nach der Ausführungsform gemäß Figur 2. Zusätzlich ist hier jedoch eine Zwischenbildoptik 70 mit Teiloptiken 71, 72 und 73 - letztere optional - zwischen der Linienlichtquelle 64-1 der Lichtquelleneinheit 65 und dem Strahlteiler 80 bzw. der Linienlichtquelle 65-1, dem Strahlteiler 80 und dem Drehspiegel 63 bzw. zwischen dem Drehspiegel 63 und der Zwischenbildebene 69 der Linsenordnung 68 ausgebildet.

Zusätzlich ist noch eine Objektivoptik 90 zwischen dem Drehspiegel 63 und der Linsenordnung 68 vorgesehen, welche der Projektion des Primärlichts 57 in das Sichtfeld 50 und der Rückprojektion des aus dem Sichtfeld 50 kommenden Sekundärlichts 58 dient.

Nach Auftrennung der Strahlengänge 61 und 31 der Senderoptik 60 bzw. der Empfängeroptik 30 findet sich auf der Empfängerseite eine Detektoranordnung 20 mit einer Mehrzahl von Sensorelementen 22. Zwischen der Detektoranordnung 20 und dem Strahlteiler 80 ist eine Sekundäroptik 35 der Empfängeroptik 30 ausgebildet, um das Sekundärlicht 58 in geeigneter Weise auf die Detektoranordnung 20 und die Sensorelemente 22 abzubilden.

Auch die Ausführungsform gemäß Figur 4 ist dem Kern nach mit koaxialgeführten Strahlengängen 31 und 61 für die Empfängeroptik 30 bzw. für die Senderoptik 60 ausgebildet, wobei hier jedoch kein Strahlteiler 80 verwendet wird. Vielmehr ist hier die Detektoranordnung 20 in unmittelbarer Nachbarschaft zur Linienlichtquelle 65-1 der Lichtwellenanordnung 65 ausgebildet.

Figur 5 zeigt nach Art einer schematischen Draufsicht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Senderoptik 60 mit zwei Sendepfaden 61.

In diesem Fall ist gemäß Figur 5 ein Paar Linienlichtquellen 65-1 als Bestandteil der Lichtquelleneinheit 65 ausgebildet. Jedoch wird in beiden Strahlengängen 61

5 der nur einmal vorgesehene Drehspiegel 63 gemeinsam verwendet, um die jeweiligen Bilder der separaten Linienlichtquellen 65-1 auf die Zwischenbildebene 69 der jeweils ebenfalls separat vorgesehenen Linsenanordnungen 68 zu werfen, von welchen dann über ebenfalls separat vorgesehene Projektionsoptik 90 das dann kombinierte Sichtfeld 50 beleuchtet wird.

Diese und weitere Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden an Hand der folgenden Darlegungen weiter erläutert:

10 Die mit der Erfindung vorgeschlagenen Verbesserungen gehen z.B. von Linienscannern mit Makrospiegeln oder mit drehender Gesamteinheit aus.

15 Die Ausführungen sind biaxial denkbar, d.h. Sendepfad und Empfangspfad sind optisch separat ausgestaltet. Die Ausführungen können auch koaxial ausgebildet sein, d.h. Sendepfad und Empfangspfad werden über eine gemeinsame Optik definiert.

20 Eine Schwäche bei den Makroscannern sind (a) das Vorliegen einer vergleichsweise großen mechanische Spiegeleinheit oder einer Gesamteinheit mit hohen Trägheitskräften und dadurch mit einem höheren Verschleißrisiko der Achsen, (b) der Einfluss auf die Gesamtbaugröße des Sensors und je nach Ausführung (c) das Problem der Energie- und Informationsübertragung auf die Drehplattform.

25 Alternative Lösungsmöglichkeiten wie induktive Kopplung, Kopplung mittels Funk oder optische Kopplung erzeugen in der Regel Zusatzkosten und haben eine Performanceminderung zur Folge.

30 Eine Schwäche bei Punktbeleuchtungskonzepten mit Zwischenebene 69 und zweidimensionalen Spiegeln ist die Notwendigkeit, dabei eingesetzte Mikrolinsen genau treffen zu müssen, was beim Einsatz resonant schwingender zweidimensionaler Spiegel schwierig ist (Lissajousfiguren).

35 Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Kombination des Zwischenebenenkonzepts mit einem eindimensionalen Spiegel und einer Linienausleuchtung vorgeschlagen. Der Spiegel kann entweder ein Mikro- oder

μ -Spiegel sein, der resonant oder statisch betrieben wird, oder ein miniaturisierter Rotationsspiegel, z.B. ein Polygonspiegel, der mit konstanter Winkelgeschwindigkeit betrieben wird.

5 Als Vorteile stellen sich unter anderem ein

- vergleichsweise geringe bewegte Massen, sowohl beim μ -Spiegel auf Siliziumbasis als auch beim Miniaturpolygonspiegel,
- 10 - eine vergleichsweise geringere Baugröße und ein dynamischerer Betrieb als bei einem Makroscanner, wodurch höhere Frameraten möglich werden,
- eine Trennung von Rotationseinheit und Sende-/Empfangseinheit mit einer in Folge geringeren Komplexität bei der Ansteuerung von Laser und Detektor,
- 15 - eine leichter kontrollierbare Trajektorie des Lichtstrahls, da keine Lissajousfiguren auftreten können,
- die Möglichkeit, bei schnellen Spiegeln ein koaxiales System aufzubauen, das
- 20 keine Strahlteilverluste mit sich bringt.

Ein möglicher Aufbau ist in Figur 3 dargestellt.

25 Der Linienlaser 64-1, z.B. in Form eines Kantenemitters, wird über eine Optik 71, z.B. mit Fast-Axis-Kollimation, einen Strahlteiler 80 und eine Optik 72 als Fokussieroptik über die Spiegelfläche eines Prismen- oder Polygonspiegels 63 auf ein Mikrolinsenarray 68 abgebildet.

30 Bei einer anderen Ausführungsform ist die Optik 72 mit dem Prismen- oder Polygonspiegel 63 in der Reihenfolge vertauscht angeordnet, so dass durch Einsatz der in Figur 3 als gestrichelt optional angedeuteten Optik 73 zuerst die Aus- oder Ablenkung der Laserstrahlung 57 erfolgt und danach die Abbildung auf das Mikrolinsenarray 68 in der Zwischenebene 69.

35 Die Optik 73 kann dabei als Fokussieroptik mit einem konstanten f-Theta-Verhältnis und/oder mit Telezentrität ausgeführt sein.

Bei einer weiteren Alternative der vorliegenden Erfindung können die Optiken 72 und 73 gemeinsam ausgebildet sein.

5 Das Mikrolinsenarray 68 kann aus Stablinsen bestehen, die den Laserstrahl in einer Richtung aufweiten bzw. vergrößern. Dabei können die einzelnen Stablinsen aus sphärischen oder asphärischen Elementen aufgebaut sein. Die Einzelelemente können konkav oder konvex ausgeführt sein. Es können beide Seiten des Mikrolinsenarrays 68 mit einer Krümmung versehen sein. Es gibt jedoch auch Varianten von Mikrolinsenarrays, bei denen eine Seite plan
10 ausgeführt ist.

Alternativ können die Linseneigenschaften, z.B. eine Aufweitung bzw. ein Ablenken des Laserlichtes, des Mikrolinsenarrays 68 durch ein DOE oder diffraktives optisches Element oder durch ein Hologramm erzeugt werden.
15

Der aufgeweitete Strahl 57 wird über die Projektionsoptik 90 in die Umgebung, nämlich das Sichtfeld 50 projiziert. Das von Objekten 52 zurückgestreute Licht wird über die Projektionsoptik 90, das Mikrolinsenarray 68, den Spiegel 63 und die Optik 72 auf den Strahlteiler 80 gelenkt.
20

Ein Teil des Lichtes wird über die Optik 35 auf einen Liniendetektor 20, z.B. eine APD-Zeile, abgebildet.

Die horizontale Auflösung des Systems ist gegeben durch die Abstände der Mikrolinsen 68 und dem Abbildungsfaktor der Projektionsoptik 90.
25

Die vertikale Auflösung ist gegeben durch die Pixel auf dem Liniendetektor 20.

Alle Optiken 70, 71, 72, 73, 35 sind für eine hohe Lichttransmission mit einer Beschichtung vergütet.
30

Figur 3 zeigt eine Ausführungsform mit Prismen- oder Polygonspiegel 63 und Strahlteiler 80 für ein koaxiales System.

35 Weitere mögliche Varianten sind in den Figuren 4 und 5 dargestellt.

Bei vergleichsweise langsam bewegten Spiegeln und vielen Schüssen pro Mikrolinse verschiebt sich der Auftreffpunkt über die Linse, was zu geringerer Winkelauflösung führt.

5 Bei vergleichsweise schnell bewegten Spiegeln kann das Schussmuster so gelegt werden, dass die Mikrolinse immer mittig getroffen wird.

10 Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Senderoptik 60 mit einem Strahlweg 61, 31 ohne Strahlteiler 80 und mit Detektor 20 außerhalb der Sendeachse 61, wie er zum Beispiel bei sehr schnell bewegten Spiegeln 63 eingesetzt werden kann.

15 Das rücklaufende Licht als Sekundärlicht 58 kann über den inzwischen weiter bewegten Spiegel 63 in die Richtung auf die Detektoranordnung 20 mit den Detektorelementen 22 gelenkt werden.

20 Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der der Spiegel 63 so verwendet wird, dass er zwei Systeme bedienen kann. Dadurch entsteht quasi eine Version mit erweitertem Sichtfeld (Field of View : FoV). Empfangspfade 31 bzw. Rückwärtspfade sind nicht eingezeichnet, könnten aber auch in separatem optischem Pfad vorliegen, also in biaxialer Anordnung.

25 Gemäß der folgenden Auflistung können im Rahmen der vorliegenden Erfindung verschiedenen Ausführungs- und Kombinationsmöglichkeiten realisiert werden, wobei die nachfolgenden Komponenten und/oder Eigenschaften beliebig miteinander kombiniert werden können, ohne den Kerngedanken der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Alternativen beim System

- 30
- koaxial
 - mit klassischem 50/50 Strahlteiler oder mit polarisierendem Strahlteiler für hohes Auslöschungsverhältnis,
 - mit Lochspiegelstrahlteiler und/oder
 - mit Detektor direkt neben dem Laser und ggf. ohne Strahlteiler
- 35
- biaxial mit separatem Empfangspfad

Alternativen beim Laser

- Kantenemitterlaser (englisch: edge emitting laser)

- 5 a Breitstreifenlaser (englisch: broad area laser)

- b Laserbarren (englisch: laser bar)

 - i als einfacher Laserbarren oder
 - 10 ii als mehrfacher Laserbarren in Serie aufeinander gelötet, z.B. zwei Stück, dadurch ist ein simultaner Beschuss von zwei Mikrolinsen möglich.

- Oberflächenlaser (englisch: surface emitting laser array)

- 15 a Vertikalemitter (englisch: vertical cavity surface emitting laser (VCSEL))

 - i in Linienausführung,
 - ii als Linienarray (z.B. 50 Emitter),
 - 20 iii als niederdimensionales zweidimensionales Array (z.B. 50x2 Emitter), dadurch ist ein simultaner Beschuss von zwei Mikrolinsen möglich, und/oder
 - iv als Gaslaser oder Festkörperlaser, welche in ihrer Strahlform auf eine Linie aufgeweitet sind oder werden.

- 25 b Vertikalemitter mit externem Resonator (englisch: vertical external cavity surface emitting laser (VeCSEL))

 - i in Linienausführung,
 - 30 ii als Linienarray und/oder
 - iii als niederdimensionales zweidimensionales Array (z.B. 50x2 Emitter), dadurch ist ein simultaner Beschuss von zwei Mikrolinsen möglich.

Alternativen beim Spiegel

- 35 - Polygonspiegel
 - mit verschiedener Anzahl an Flächen und/oder

- mit gekrümmten Polygonflächen (abbildende Eigenschaft, z.B. um den Strahl in vertikaler Richtung zu formen).
- Mikrospiegel, z.B. auf Siliziumbasis
 - resonant betrieben oder
 - statisch betrieben.

5

Alternativen beim Detektor

- 10 - APD-Detektor (englisch: avalanche photodiode)
 - i als Linienarray (z.B. 50 Einzeldetektoren) und/oder
 - ii als niederdimensional zweidimensionales Array (z.B. 50 x 2 Detektoren)
- 15 - SPAD-Detektor (englisch: single photon counting avalanche diode)
 - i als Linienarray (z.B. 50 Einzeldetektoren),
 - ii als niederdimensional zweidimensionales Array (z.B. 50 x 2 Detektoren) und/oder
 - 20 iii als ein- oder mehrdimensionaler siliziumbasierte Fotoelektronenvervielfacher (SiPM : silicium photo multiplier).

20

Alternativen bei den Optiken:

- 25 - Optik 2:
 - i als strahlformende Optik zur Erzeugung einer Laserlinie
 - ii als telezentrische f-theta Optik zur Erzeugung eines ebene Bildfeldes in der Zwischenebene mit senkrechtem Lichteinfall und konstantem Verhältnis zwischen mechanischem Ablenkwinkel und Bildhebung
 - 30 iii Kombination der beiden Varianten
- Sende-/Empfangsoptik
 - 35 i als einfache Optik (z.B. 1 bis 3 Einzellinsen) für kleines Sichtfeld (Field of View : FoV)

30

35

- ii als komplexe Optik (z.B. mehr als 3, d.h. ca. 3 bis 8 Einzellinsen) für großes Sichtfeld

- Mikrolinsenarray

5

- a Stablinsen, die den Laserstrahl in einer Richtung aufweiten bzw. vergrößern

10

- i sphärische oder asphärische Elemente,
- ii konkave oder konvexe Elemente und/oder
- iii beide Seiten des Mikrolinsenarrays gekrümmt (bi-konkav oder bi-konvex) oder eine Seite plan ausgeführt (plan-konkav oder plan-konvex)

15

- b Ausführung als DOE (diffraktives optisches Element)
- c Ausführung als Hologramm

5 Ansprüche

1. Senderoptik (60) für ein LiDAR-System (1) zum Ausleuchten eines Sichtfeldes (50) mit Licht,
 - mit einer Linienlichtquelle (65-1) zum Erzeugen und Ausgeben von Primärlicht (57) in Linienform und
 - mit einer Ablenkoptik (62), welche
 - eine Linsenanordnung (68) in einer Zwischenbildebene (69) der Ablenkoptik (62) zur Ausgabe empfangenen Primärlichts (52) in das Sichtfeld (50) sowie
 - einen eindimensional um eine Achse (64-1) verschwenkbaren Ablenkspiegel (64) aufweist zur Aufnahme von Primärlicht (57) von der Linienlichtquelle (65-1) und zum Richten des Primärlichts (57) auf die Linsenanordnung (68) und dabei optischen Abbilden der Linienlichtquelle (65-1) auf die Linsenanordnung (68) derart, dass das Bild der Linienlichtquelle (65-1) bei einer Schwenkbewegung des Ablenkspiegels (63) die Linsenanordnung (68) oder einen Teil davon überstreicht.
2. Senderoptik (60) nach Anspruch 1,
 - bei welcher die Linsenanordnung (68) aufweist
 - eine segmentierte Linsenanordnung, ein Linsenarray, eine Linsenmatrix, ein Mikrolinsenarray, ein Stablinsenarray mit einer Mehrzahl von Stablinsen mit parallelen Stabachsen, insbesondere mit Stabachsen parallel ausgerichtet zu einer Schwenkachse (64-1) des Schwenkspiegels (63),
 - ein diffraktives optisches Element, insbesondere ein DOE, und/oder
 - ein Hologramm.
3. Senderoptik (60) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
 - bei welcher die Linienlichtquelle (65-1) aufweist
 - einen Laser, einen Kantenemitterlaser, einen Oberflächenlaser, einen VCSEL, einen VeCSEL, einen Gaslaser, einen Festkörperlaser und/oder

- eine Anordnung mit einem beleuchtbaren oder beleuchteten Spalt.

4. Senderoptik (60) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
bei welcher der Ablenkspiegel (63) ausgebildet ist

- eine Schwenkbewegung oder eine Rotationsbewegung auszuführen, insbesondere um eine feste Rotationsachse (64-1), in kontinuierlicher Weise und/oder nach Art einer Drehschwingung,
- mit einem Prismenspiegel oder einem Polyederspiegel mit polygonaler Querschnitts- oder Grundfläche,
- mit einer planaren, konvexen und/oder konkaven Spiegelfläche,
- mit einem Mikrospiegel,
- auf Siliziumbasis,
- statisch und/oder resonant betrieben zu werden oder betreibbar zu sein.

5. Senderoptik (60) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
welche eine Zwischenbildoptik (70) aufweist, welche ausgebildet ist

- zur Abbildung der Linienlichtquelle (65-1) auf die Linsenanordnung (68),
- als Optik zwischen dem Ablenkspiegel (63) und der Linienlichtquelle (65-1),
- als Optik zwischen der Linienlichtquelle (65-1) und dem Ablenkspiegel (63),
- als strahlformende Optik zur Erzeugung einer Linienbeleuchtung auf der Linsenanordnung (68), insbesondere nach Art einer Laserlinie, und/oder
- als telezentrische und/oder f-Theta-Optik zur Erzeugung eines ebenen Bildfeldes in der Zwischenbildebene (69).

6. Optische Anordnung (10) für ein LiDAR-System (1) zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes (50), insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung und/oder ein Fahrzeug,,

- mit einer Senderoptik (60) zum Ausleuchten eines Sichtfeldes (50) mit Primärlicht (57), welche nach einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist, und
- mit einer Empfängeroptik (30) zum Empfangen von Sekundärlicht (58) aus dem Sichtfeld (50).

7. Optische Anordnung (10) nach Anspruch 6,

bei welcher die Senderoptik (60) und die Empfängeroptik (30) ausgebildet sind

- mit zumindest teilweise oder abschnittsweise zueinander coaxialen Strahlengängen (31, 61) und
- mit einem Strahlteiler (80) oder ohne Strahlteiler (80) mit einer Detektoranordnung (20) der Empfängeroptik (30) in unmittelbarer Nachbarschaft zur Linienlichtquelle (65-1) und/oder neben der Linienlichtquelle (65-1).

5

10

8. Optische Anordnung (10) nach Anspruch 6, bei welcher die Senderoptik (60) und die Empfängeroptik (30) mit zueinander biaxialen Strahlengängen ausgebildet sind.

15

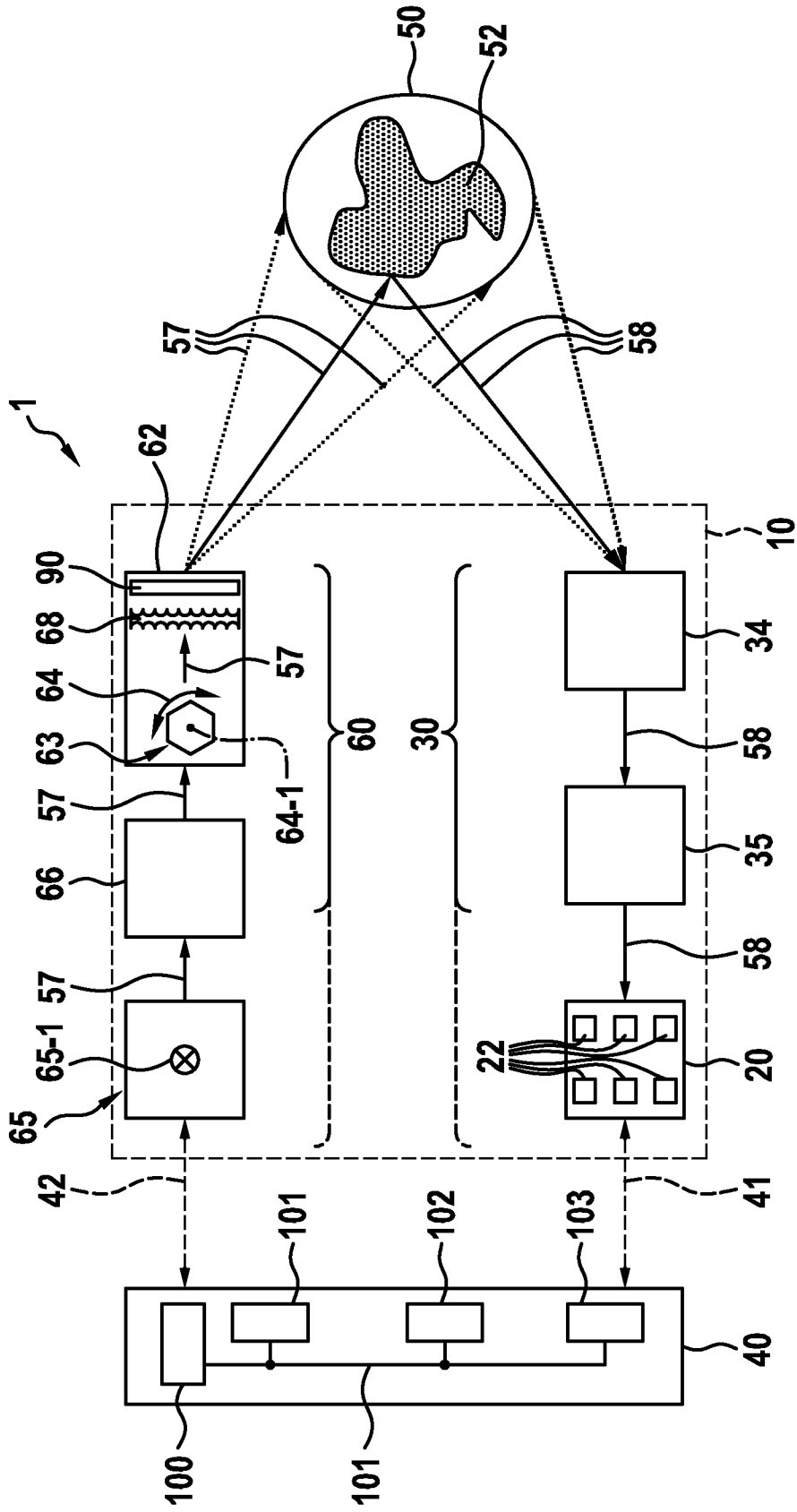
9. LiDAR-System (1) zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes (50), insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung und/oder ein Fahrzeug, mit einer optischen Anordnung (10) nach einem der Ansprüche 6 bis 8.

20

10. Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug, mit einem LiDAR-System (1) nach Anspruch 9 zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes (50).

25

Fig. 1



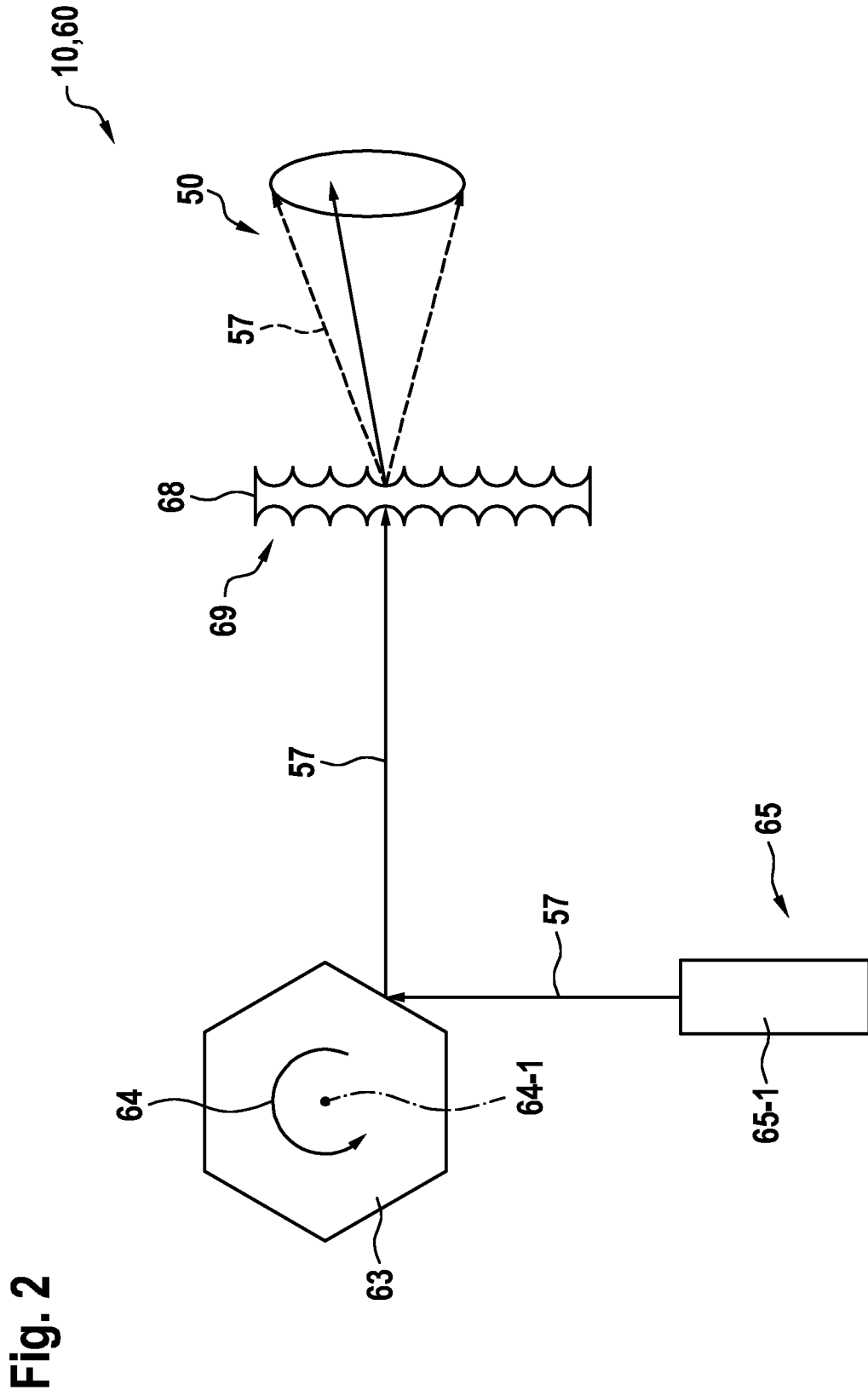
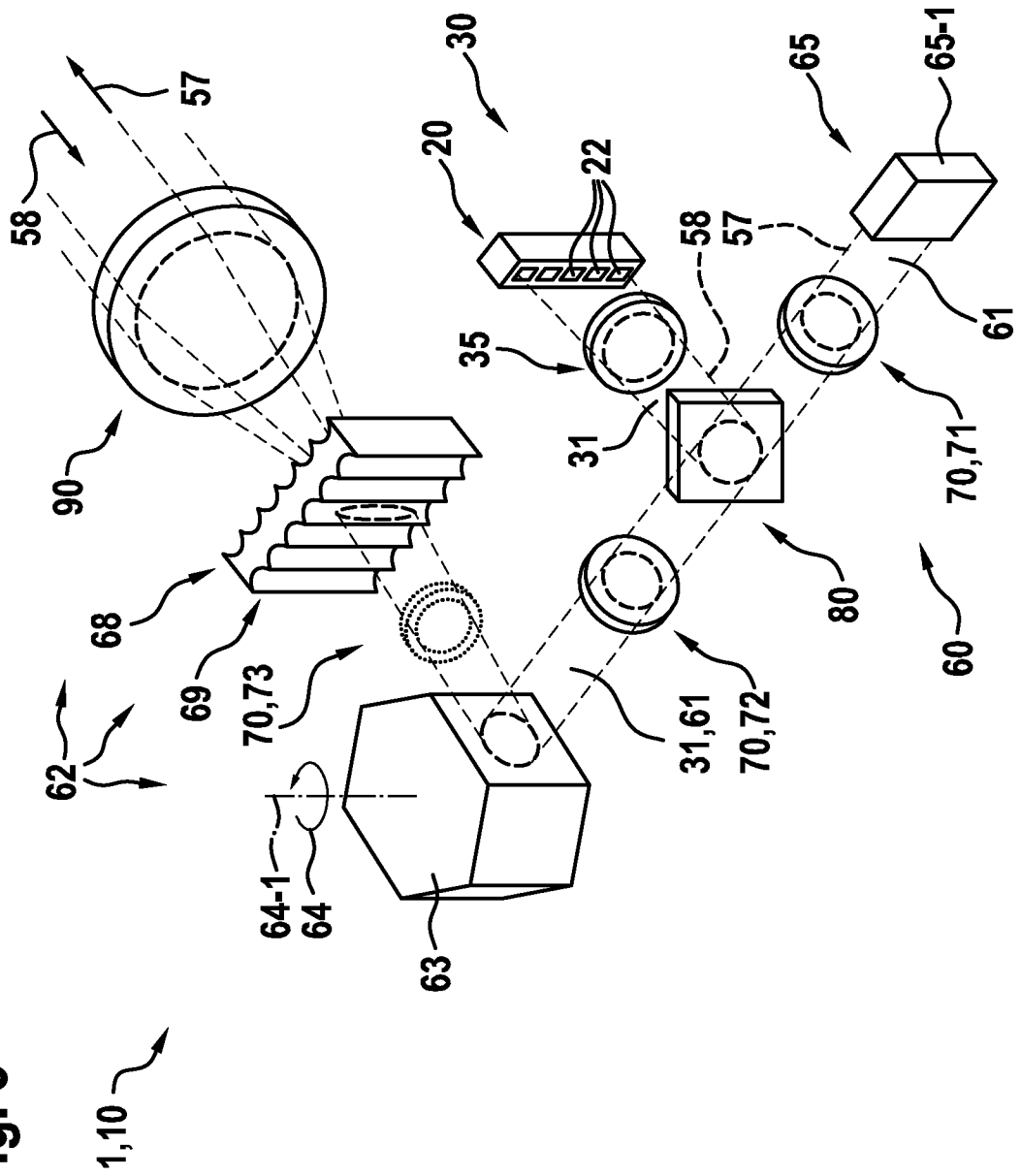


Fig. 3



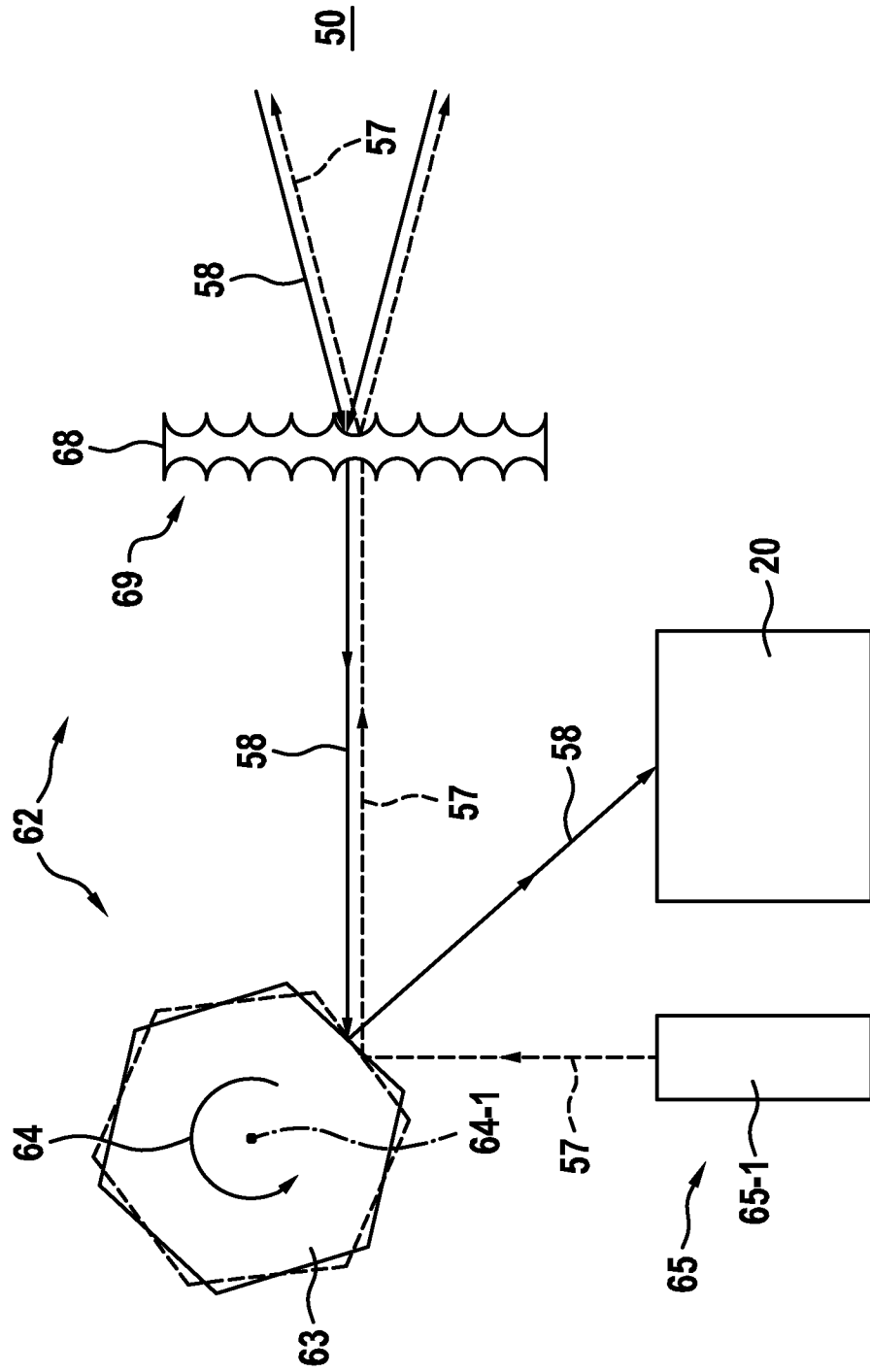
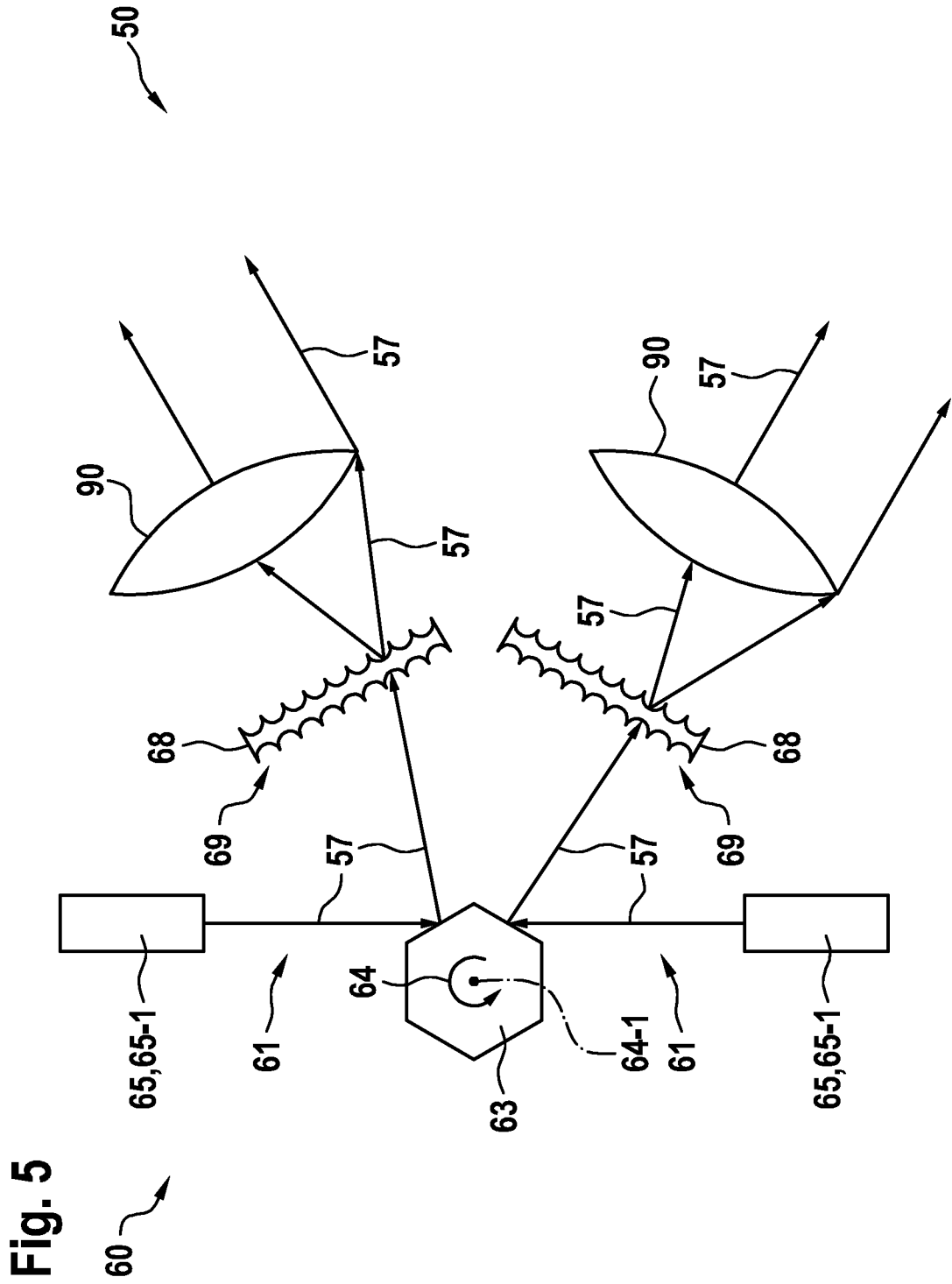


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/061752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01S7/481 G01S17/93
 ADD.
 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	US 2009/201486 A1 (CRAMBLITT ROBERT MERRILL [US] ET AL) 13 August 2009 (2009-08-13)	1,3-10
Y	paragraph [0027] - paragraph [0055]; figures 1-5	2
Y	----- US 2012/075422 A1 (WANG CHUAN-WEI [TW] ET AL) 29 March 2012 (2012-03-29) paragraph [0038]; figures 3,6	1-6,9,10
Y	----- DE 10 2015 217908 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 March 2017 (2017-03-23) paragraph [0025]; figure 1 paragraph [0011]	1-6,9,10
	----- -/--	

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 6 August 2018	Date of mailing of the international search report 14/08/2018
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 Kaleve, Abraham

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/061752

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2013 221506 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 April 2015 (2015-04-23) paragraph [0075] - paragraph [0076]; figure 7	2
A	----- WO 2015/189024 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 December 2015 (2015-12-17) page 2, line 20 - line 24 page 4, line 9 - line 13	3
A	----- DE 10 2009 040990 A1 (ZEISS CARL AG [DE]) 17 March 2011 (2011-03-17) paragraph [0079]	5
A	----- EP 1 688 761 A1 (ZEISS CARL OPTRONICS GMBH [DE]) 9 August 2006 (2006-08-09) paragraph [0063] -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2018/061752

Patent document cited in search report	A1	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009201486	A1	13-08-2009	GB 2457375 A	19-08-2009
			US 2009201486 A1	13-08-2009
US 2012075422	A1	29-03-2012	NONE	
DE 102015217908	A1	23-03-2017	CN 108027425 A	11-05-2018
			DE 102015217908 A1	23-03-2017
			EP 3350615 A1	25-07-2018
			KR 20180053376 A	21-05-2018
			WO 2017045816 A1	23-03-2017
DE 102013221506	A1	23-04-2015	DE 102013221506 A1	23-04-2015
			WO 2015058892 A1	30-04-2015
WO 2015189024	A1	17-12-2015	CN 106461784 A	22-02-2017
			DE 102014211073 A1	17-12-2015
			EP 3155449 A1	19-04-2017
			JP 2017525940 A	07-09-2017
			KR 20170010064 A	25-01-2017
			US 2017090034 A1	30-03-2017
			WO 2015189024 A1	17-12-2015
DE 102009040990	A1	17-03-2011	NONE	
EP 1688761	A1	09-08-2006	DE 102005006726 A1	10-08-2006
			EP 1688761 A1	09-08-2006
			US 2008259320 A1	23-10-2008

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S7/481 G01S17/93 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	US 2009/201486 A1 (CRAMBLITT ROBERT MERRILL [US] ET AL) 13. August 2009 (2009-08-13) Absatz [0027] - Absatz [0055]; Abbildungen 1-5	1,3-10
Y	----- US 2012/075422 A1 (WANG CHUAN-WEI [TW] ET AL) 29. März 2012 (2012-03-29) Absatz [0038]; Abbildungen 3,6	2
Y	----- DE 10 2015 217908 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. März 2017 (2017-03-23) Absatz [0025]; Abbildung 1 Absatz [0011]	1-6,9,10
Y	----- DE 10 2013 221506 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. April 2015 (2015-04-23) Absatz [0075] - Absatz [0076]; Abbildung 7	1-6,9,10
	----- -/--	2
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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
6. August 2018		14/08/2018
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 Kaleve, Abraham

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/189024 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Dezember 2015 (2015-12-17) Seite 2, Zeile 20 - Zeile 24 Seite 4, Zeile 9 - Zeile 13 -----	3
A	DE 10 2009 040990 A1 (ZEISS CARL AG [DE]) 17. März 2011 (2011-03-17) Absatz [0079] -----	5
A	EP 1 688 761 A1 (ZEISS CARL OPTRONICS GMBH [DE]) 9. August 2006 (2006-08-09) Absatz [0063] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/061752

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009201486 A1	13-08-2009	GB 2457375 A US 2009201486 A1	19-08-2009 13-08-2009

US 2012075422 A1	29-03-2012	KEINE	

DE 102015217908 A1	23-03-2017	CN 108027425 A DE 102015217908 A1 EP 3350615 A1 KR 20180053376 A WO 2017045816 A1	11-05-2018 23-03-2017 25-07-2018 21-05-2018 23-03-2017

DE 102013221506 A1	23-04-2015	DE 102013221506 A1 WO 2015058892 A1	23-04-2015 30-04-2015

WO 2015189024 A1	17-12-2015	CN 106461784 A DE 102014211073 A1 EP 3155449 A1 JP 2017525940 A KR 20170010064 A US 2017090034 A1 WO 2015189024 A1	22-02-2017 17-12-2015 19-04-2017 07-09-2017 25-01-2017 30-03-2017 17-12-2015

DE 102009040990 A1	17-03-2011	KEINE	

EP 1688761 A1	09-08-2006	DE 102005006726 A1 EP 1688761 A1 US 2008259320 A1	10-08-2006 09-08-2006 23-10-2008
