(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
28. Februar 2019 (28.02.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/038063 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/071125

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. August 2018 (03.08.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 214 715.6
23. August 2017 (23.08.2017) DE

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

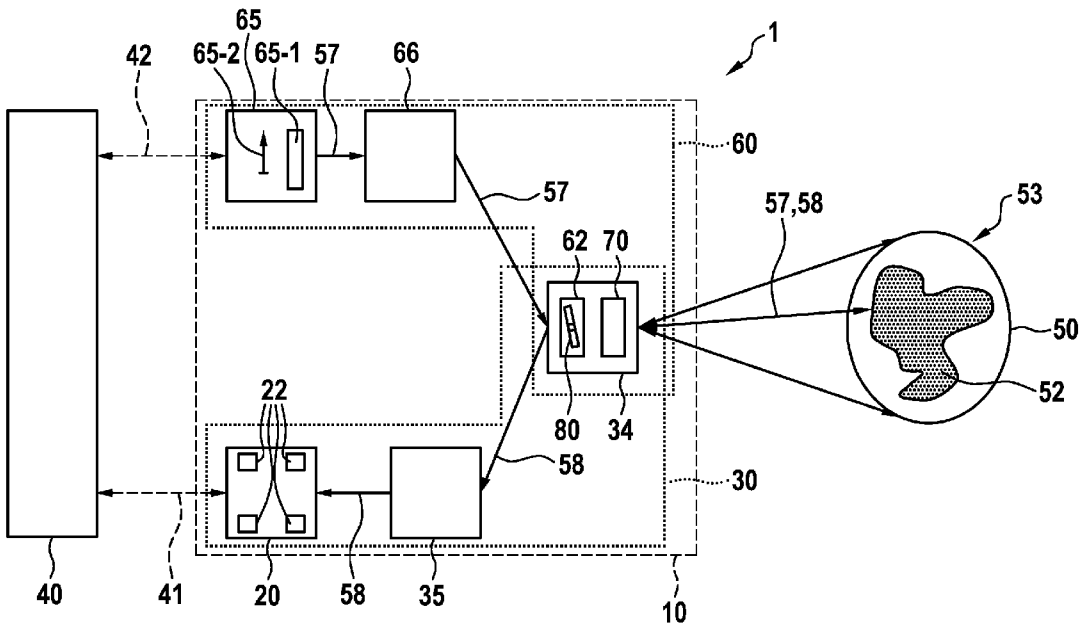
(72) Erfinder: **HOLLECZEK, Annemarie**; Apartado, 4701-970 Braga (PT). **PETERSEIM, Tobias**; Altvaterstrasse 23/1, 71032 Boeblingen (DE). **SPIESSBERGER, Stefan**; Herdweg 21, 71384 Weinstadt (DE).

(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.

(54) **Title:** OPTICAL ASSEMBLY FOR A LIDAR SYSTEM, LIDAR SYSTEM, AND WORKING DEVICE

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

Fig. 1



(57) **Abstract:** The present invention relates to an optical assembly (10) for a LIDAR system (1), having (i) receiver optics (30) and transmitter optics (60) which are designed with partially coaxial beam paths (31, 61), (ii) a linear light source (65-1) having a linear orientation (65-2), and (iii) a deflection unit (80) in a transition region from a joint, coaxial region to a separate, biaxial region of the beam paths (31, 61) of the receiver optics (30) and of the transmitter optics (60) for biaxial branching of a region on the light source side of the beam path (61) of the transmitter optics (60). The deflection unit (80) has a long mirror (86) having a greater extent (88) in a longitudinal direction (88') and having a lesser extent (89) in a transverse direction (89'), wherein the longitudinal direction (88') of the long mirror (86) is oriented perpendicularly to the linear orientation (65-2) of the linear light source (65-1).

WO 2019/038063 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(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)*

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Anordnung (10) für ein LiDAR- System (1), mit (i) einer Empfängeroptik (30) und einer Senderoptik (60), welche mit teilweise koaxialen Strahlengängen (31, 61) ausgebildet sind, (ii) einer Linienlichtquelle (65-1) mit einer Linienorientierung (65-2), und (iii) einer Umlenkeinheit (80) in einem Übergangsbereich von einem gemeinsamen koaxialen Bereich zu einem getrennten biaxialen Bereich der Strahlengänge (31, 61) der Empfängeroptik (30) und der Senderoptik (60) zur biaxialen Abzweigung eines lichtquellenseitigen Bereichs des Strahlengangs (61) Senderoptik (60). Die Umlenkeinheit (80) weist einen Langspiegel (86) mit einer größeren Erstreckung (88) in einer Längserstreckungsrichtung (88') und mit einer geringeren Erstreckung (89) in einer Quererstreckungsrichtung (89') auf, wobei die Längserstreckungsrichtung (88') des Langspiegels (86) senkrecht ausgerichtet ist zur Linienorientierung (65-2) der Linienlichtquelle (65-1).

Beschreibung

Titel

Optische Anordnung für ein LiDAR-System, LiDAR-System und Arbeitsvorrichtung

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Anordnung für ein LiDAR-System, ein LiDAR-System als solches sowie eine Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug.

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 vermehrt auch lichtbasierte Erfassungssysteme zum Einsatz, z.B. so genannte LiDAR-Systeme (englisch: LiDAR : light detection and ranging).

Bei bekannten LiDAR-Systemen und deren optischen Anordnungen besteht ein Nachteil dahingehend, dass bei koaxialen Strahlengängen der Senderoptik und der Empfängeroptik auf der Strahlausgangsseite bzw. der Strahleingangsseite herkömmlicherweise Strahlteiler verwendet werden, die bei Linienbeleuchtung zu einem vergrößerten Bauraum des LiDAR-Systems zu einer reduzierten Empfangsapertur und/oder zu einer Verminderung im Strahldurchmesser beim Strahlaustritt führen.

Offenbarung der Erfindung

Die erfindungsgemäße optische Anordnung für ein LiDAR-System mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist demgegenüber den Vorteil auf, dass bei Linienbeleuchtung ohne Bauraumvergrößerung ein Linienbeleuchtungsstrahl ohne Reduktion in der Empfangsapertur bei großem Strahldurchmesser am

Strahlaustritt des LiDAR-Systems ausgesandt werden kann. Dies wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch erreicht, dass eine optische Anordnung für ein LiDAR-System geschaffen wird, welche ausgebildet ist (i) mit einer Empfängeroptik und einer Senderoptik, welche teilweise koaxiale Strahlengänge aufweisen, (ii) mit einer Linienlichtquelle mit einer Linienorientierung, wobei die Linienorientierung insbesondere in einem Sichtfeld des zu Grunde liegenden LiDAR-Systems ausgebildet ist, und (iii) mit einer Umlenkeinheit als Strahlteilereinheit in einem Übergangsbereich von einem gemeinsamen koaxialen Bereich - insbesondere auf einer Strahlaustrittsseite der Senderoptik bzw. auf einer Strahleintrittsseite der Empfängeroptik - zu einem getrennten biaxialen Bereich der Strahlengänge der Empfängeroptik und der Senderoptik - insbesondere auf einer Detektorseite bzw. auf einer Quellenseite - zur biaxialen Abzweigung eines lichtquellenseitigen Bereichs des Strahlengangs der Senderoptik.

Erfindungsgemäß weist die Umlenkeinheit einen Langspiegel auf, welcher mit einer größeren Erstreckung in einer Längserstreckungsrichtung und mit einer geringeren Erstreckung in einer Quererstreckungsrichtung und insbesondere zur Umlenkung von Primärlicht aus der Linienlichtquelle ausgebildet ist. Ferner ist die Längserstreckungsrichtung des Langspiegels senkrecht ausgerichtet zur Linienorientierung der zu Grunde liegenden Linienlichtquelle.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung kann die Umlenkeinheit jeweils synonym auch als Ablenkeinheit, als Strahlteilereinheit oder als Strahlteiler bezeichnet werden.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung bildet sich die so genannte Laserlinie vorzugsweise erst in einiger Entfernung von der Lichtquelleneinheit und nach Durchlaufen des Bereichs mit der Umlenkeinheit in der gewünschten Qualität aus, nämlich mit der von der Lichtquelleneinheit vorgegebenen und von der Umlenkeinheit weiter umgesetzten Linienorientierung.

Die Unteransprüche zeigen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System werden die Längserstreckung und die Quererstreckung der Umlenkeinheit in geeigneter Weise ins Verhältnis gesetzt

zueinander und/oder zu den Aperturen und den weiteren geometrischen Eigenschaften der Senderoptik und der Empfängeroptik.

Dabei ist es insbesondere vorgesehen, dass das Verhältnis von Längserstreckung zu Querstreckung an der Umlenkeinheit mindestens den Wert 2:1, vorzugsweise mindestens den Wert 3:1 und weiter bevorzugt mindestens den Wert 4:1 aufweist.

Bei einer anderen zusätzlichen oder alternativen Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System, weisen ein Durchmesser der Apertur des Strahlengangs der Senderoptik oder die Längserstreckung an der Umlenkeinheit im Verhältnis zur Apertur des Strahlengangs der Empfängeroptik einen Wert auf im Bereich von etwa 1:14 bis etwa 1:7.

Bei der Ausgestaltung der Umlenkeinheit und bei der Wahl der entsprechenden Geometrie des Langspiegels bieten sich verschiedene und an die jeweilige Anwendung und die Geometrien von Empfängeroptik und Senderoptik angepasste geometrische Ausgestaltungen an.

So ist es gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System vorgesehen, dass der Langspiegel der Umlenkeinheit in Draufsicht auf die Umlenkeinheit die Form eines Rechtecks, eine bikonvex elliptische Form, eine bikonkave Form oder eine Doppelmeniskusform aufweist.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausgestaltungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System sind die Senderoptik und die Empfängeroptik mit zumindest teilweise oder abschnittsweise zueinander koaxialen Strahlengängen auf der Strahlaustrittsseite der Senderoptik und/oder Strahleintrittsseite der Empfängeroptik ausgebildet.

Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Umlenkeinheit zumindest teilweise oder abschnittsweise biaxiale Strahlengänge auf der Seite der Lichtquelleneinheit der Senderoptik und auf der Seite einer Detektoranordnung der Empfängeroptik bildet.

Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein LiDAR-System zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes, insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung und/oder ein Fahrzeug. Das LiDAR-System ist mit einer erfindungsgemäßen optischen Anordnung ausgebildet.

Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug, welche mit einem erfindungsgemäßen LiDAR-System und zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes ausgebildet sind.

Kurzbeschreibung der Figuren

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

Figur 1	ist ein Blockdiagramm, welches schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung im Zusammenhang mit einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen LiDAR-Systems zeigt.
Figuren 2 bis 4	zeigen schematische Draufsichten auf Umlenkeinheiten, die bei Ausführungsformen der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein LiDAR-System verwendet werden können.
Figur 5	zeigt eine schematische und teilweise geschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung für ein erfindungsgemäß ausgestaltetes LiDAR-System mit einer Umlenkeinheit mit Langspiegel.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung

Nachfolgend werden unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 5 Ausführungsbeispiele und der technische Hintergrund der Erfindung 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 Senderoptik 60 auf, welche von einer Lichtquelleneinheit 65, z.B. mit einem Laser als Linienlichtquelle 65-1 mit Linienorientierung 65-2, gespeist wird und Primärlicht 57 erzeugt und dieses - ggf. nach Durchlaufen einer Strahlformungsoptik 66 - in ein Sichtfeld 50 zur Erfassung und/oder Untersuchung einer Szene 53 und eines dort befindlichen Objekts 52 aussendet.

Des Weiteren weist das LiDAR-System 1 gemäß Figur 1 eine Empfängeroptik 30 auf, welche Licht und insbesondere vom Objekt 52 im Sichtfeld 50 reflektiertes Licht als Sekundärlicht 58 über ein Objektiv 34 als Primäroptik empfängt und über eine Detektoroptik 35 als Sekundäroptik an eine Detektoranordnung 20 mit Detektor- oder Sensorelementen 22 überträgt.

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

Die gemeinsame sichtfeldseitige Ablenkoptik 62 kann als Teil einer Primäroptik 34 der Empfängeroptik 30 aufgefasst werden und weist die erfindungsgemäße Ausgestaltung der optischen Anordnung 10 mit einer entsprechenden Umlenkeinheit 80 auf, die in Figur 1 rein schematisch dargestellt ist.

Optional und vorteilhaft ist das sichtfeldseitige Vorsehen einer Aperturoptik 70 zum geeigneten Ausgeben des Primärlichts 57 und zum bündelnden Empfangen des Sekundärlichts 58.

Die Detektoranordnung 20 kann mit einem oder mehreren Sensorelementen 22 ausgebildet sein, welche auch entsprechend der Linienorientierung 65-2 der Linienlichtquelle 65-1 nach Art eines Liniendetektors angeordnet sein können.

Die optische Anordnung 10 ist ausgebildet für ein LiDAR-System 1 zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes 50, insbesondere für eine Arbeitsvorrichtung, ein Fahrzeug oder dergleichen, und ist ausgebildet mit einer Senderoptik 60 zum Aussenden eines Sendelichtsignals in das Sichtfeld 50, einer Detektoranordnung 20 und einer Empfängeroptik 30 zum optischen Abbilden des Sichtfeldes 50 auf die Detektoranordnung 20.

Die Empfängeroptik 30 und die Senderoptik 60 sind sichtfeldseitig mit im Wesentlichen koaxialen optischen Achsen ausgebildet und weisen eine gemeinsame Ablenkoptik 62 auf.

Die Empfängeroptik 30 weist detektorseitig eine Sekundäroptik 35 auf, welche ausgebildet ist und Mittel umfasst, über die Ablenkoptik 62 aus dem Sichtfeld 50 einfallendes Licht inhärent auf die Detektoranordnung 20 zu richten.

Bei der optischen Anordnung 10 ist die Senderoptik 60 allgemein ausgebildet und weist Mittel auf zum Aussenden von Primärlicht 57 in das Sichtfeld 50.

Ferner ist bei der optischen Anordnung 10 die Empfängeroptik 30 ausgebildet und weist Mittel auf zum optischen Abbilden des Sichtfeldes 50 auf die Detektoranordnung 20.

Figuren 2 bis 4 zeigen schematische Draufsichten auf Umlenkeinheiten 80, die bei Ausführungsformen der erfindungsgemäßen optischen Anordnung 10 für ein LiDAR-System 1 verwendet werden können.

Bei den Ausführungsformen der Figuren 2 bis 4 weist die Umlenkeinheit 80 jeweils einen Langspiegel 86 auf. Jeder Langspiegel 86 besitzt eine Längserstreckung 88 in einer Längserstreckungsrichtung 88‘ und eine Quererstreckung 89 in einer Quererstreckungsrichtung 89‘. Die Quererstreckung 89 ist geringer als die Längserstreckung 88. Eine jeweilige Längserstreckungsrichtung 88‘ ist senkrecht ausgebildet zur Linienorientierung 65-2 der zu Grunde liegenden Linienlichtquelle 65-1. Die

Quererstreckungsrichtungen 89‘ senkrecht ausgebildet zur Längserstreckungsrichtung 88‘ und parallel zur Linienorientierung 65-2.

Der Langspiegel 86 der Ausführungsform der Umlenkeinheit 80 gemäß Figur 2 besitzt die Form eines Rechtecks. Die lange Kante des Rechtecks ist dabei parallel zur Längserstreckungsrichtung 88‘ ausgerichtet. Die kurze Kante des Rechtecks ist parallel zur Quererstreckungsrichtung 89‘ ausgerichtet.

Der Langspiegel 86 der Ausführungsform der Umlenkeinheit 80 gemäß Figur 3 besitzt die Form einer Ellipse mit der Orientierung der großen Halbachse parallel zur Längserstreckungsrichtung 88‘. Die kleine Halbachse der Ellipse ist parallel zur Quererstreckungsrichtung 89‘ ausgerichtet.

Der Langspiegel 86 der Ausführungsform der Umlenkeinheit 80 gemäß Figur 4 weist in Draufsicht eine doppelt konkave Form oder die Form eines Doppelmeniskus auf. Das bedeutet, dass die Querstreckung 88 an den Enden des Langspiegels 86 größer ist als die Quererstreckungsrichtung 89“ in einem zentralen Bereich des Langspiegels 86.

Figur 5 zeigt eine schematische und teilweise geschnittene Seitenansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen optischen Anordnung 10 für ein erfindungsgemäß ausgestaltetes LiDAR-System 1 mit einer Umlenkeinheit 80 mit Langspiegel 86. Vorzugsweise liegt dabei der Fokus des Strahls des Primärlichts 57 in der Ebene des Langspiegels 86, wie dies schematisch in Figur 5 dargestellt ist.

Der Langspiegel 86 kann gemäß einer der Figuren 2 bis 4 ausgestaltet sein.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 erfolgt die senkrechte und die axiale Auslenkung in Bezug auf den Strahlengang 61 der Senderoptik 60, wogegen der Strahlengang 31 der Empfängeroptik 30 nicht ausgelenkt wird, sondern linear verläuft.

Die gesamte optische Anordnung 10 des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems 1 kann mittels eines entsprechenden Mechanismus um eine Drehachse drehbar sein. Sie kann dabei einen bei der Drehung wirksamen Durchmesser aufweisen.

Die Ortsauflösung kann bei einem LiDAR-System 1 durch die gleichzeitige oder sequentielle Beleuchtung eines größeren Bereiches, z.B. einer Linie, und einer empfangsseitigen Unterscheidung anhand einer abbildenden Optik und eines Detektorarrays oder einer Detektorzeile realisiert werden.

Besonders platzsparend und mit geringen Kosten können dabei ausgangs- und eingangsseitige miteinander koaxiale Ausführungen aufgebaut werden, bei welchen der ausgangseitige Sendepfad 61 und der eingangsseitige Empfangspfad 31 teilweise zusammenfallen.

Der Langspiegel 86 wird verwendet um den Sendestrahl als Primärlicht 57 in die Umgebung zu reflektieren. Ein aus der Umgebung zurückgeworfenes Signal wird im Sinne von Sekundärlicht 58 empfangen.

Dazu wird zum Beispiel ein kollimierter Laserstrahl als Primärlicht 57 emittiert. In der Regel ist es günstig, einen großen Strahldurchmesser auszusenden, da dies aus Augensicherheitsgründen vorteilhaft ist und darüber hinaus bei einer gegebenen Strahlqualität geringere Strahldivergenzen ermöglicht. Des Weiteren ist es wünschenswert, möglichst viel Fläche für die Detektion des am Target oder Objekt 52 reflektierten Lichtes 58 zur Verfügung zu haben, um bei großen Messdistanzen eine ausreichend hohe Signalintensität zu erhalten.

Diese Kombination dieser beiden Anforderungen stellt bei herkömmlichen Anordnungen für LiDAR-Systeme einen Widerspruch dar, da die Aussendung eines größeren Strahls die Empfangsapertur verringert.

Erfindungsgemäß wird nunmehr ein Vorgehen beschrieben, wie bei einem koaxialen LiDAR-System 1 über einen Langspiegel als Strahlteiler 80 ein Linienbeleuchtungsstrahl (flash line oder line flash) ausgesendet werden kann, ohne dabei die Empfangsapertur maßgeblich zu reduzieren und gleichzeitig einen großen Strahldurchmesser an der Austrittsfläche des Systems zu gewährleisten.

Wesentliche Merkmale der Erfindung sind dementsprechend:

- das Ausbilden eines koaxialen LiDAR-Systems 1,

- das Abbilden einer Linie, indem nämlich ein Strahl als Primärlicht 57 in einer ersten Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung kollimiert und in einer zweiten Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung und insbesondere auch senkrecht zur ersten Richtung divergent geformt wird,

- das Führen des Laserstrahls als Primärlicht 57 über einen Langspiegel 86 als Strahlteiler 80,

- das Fokussieren der divergenten Achse auf den Langspiegel 86 oder in der Nähe des Langspiegels 86, insbesondere auf die oder auf eine schmale Seite des Langspiegels 86,

- das Kollimieren der nicht divergenten Achse, entsprechend der langen Seite des Langspiegels 86,

- das Ausbilden der langen Seite des Langspiegels 86 um mindestens einen Faktor 2 im Vergleich zur schmalen Seite des Langspiegels 86 und/oder

- das Erreichen einer Drehung der Linie im Fernfeld im Vergleich zur Orientierung des Langspiegels 86.

Als Vorteile stellen sich unter anderem ein:

- Es kann ein koaxiales Lasersystem mit geringen Abmessungen verwendet werden, wobei ein Großteil der Geräteapertur für die Detektion von Signalen eingesetzt werden kann.

- Der ausgesendete Strahl als Primärlicht 57 besitzt am Ort des Strahlaustrittes bereits einen großen Strahldurchmesser, was für die Augensicherheit wichtig ist.

- Der kollimierte Strahl besitzt dabei ebenfalls einen großen Strahldurchmesser, wodurch das Aussenden eines Strahls mit geringer Divergenz möglich wird.

Besonders vorteilhaft ist dabei eine Kollimation des Strahls des Primärlichts 57. Die Divergenz des Strahls des Primärlichts 57 hängt dabei vom Strahldurchmesser, also dem minimalen Strahldurchmesser, welcher auch als

Strahltaillie oder Beam-Waist bezeichnet wird, und der Strahlqualität des Strahles 57 ab.

Je größer der Strahldurchmesser ist, desto geringer ist die Divergenz.

In der Regel werden sehr geringe Divergenzen angestrebt, wodurch ein großer Strahldurchmesser in dieser Raumrichtung von Vorteil ist. In der anderen Raumrichtung soll der Strahl eine relativ große Divergenz aufweisen, damit sich nach einem gewissen Abstand vom LiDAR-System eine linienförmige Lichtverteilung oder eine Beleuchtung nach Art einer Linie ergibt.

Bei einer bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen LiDAR-Systems 1 befindet sich zwischen Umlenkspiegel als Strahlteiler 80 und der Austrittsfläche aus dem System 1 keine weitere Optik, welche den Strahl signifikant ändert.

Ansprüche

1. Optische Anordnung (10) für ein LiDAR-System (1), mit:
   - einer Empfängeroptik (30) und einer Senderoptik (60), welche mit teilweise koaxialen Strahlengängen (31, 61) ausgebildet sind,
   - einer Linienlichtquelle (65-1) mit einer Linienorientierung (65-2) und
   - einer Umlenkeinheit (80) in einem Übergangsbereich von einem gemeinsamen koaxialen Bereich zu einem getrennten biaxialen Bereich der Strahlengänge (31, 61) der Empfängeroptik (30) und der Senderoptik (60) zur biaxialen Abzweigung eines lichtquellenseitigen Bereichs des Strahlengangs (61) der Senderoptik (60),

   wobei:
   - die Umlenkeinheit (80) einen Langspiegel (86) mit einer größeren Erstreckung (88) in einer Längserstreckungsrichtung (88‘) und mit einer geringeren Erstreckung (89) in einer Quererstreckungsrichtung (89‘) aufweist und
   - die Längserstreckungsrichtung (88‘) des Langspiegels (86) senkrecht ausgerichtet ist zur Linienorientierung (65-2) der Linienlichtquelle (65-1).

2. Optische Anordnung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher das Verhältnis aus Längserstreckung (88) zu Querstreckung (89) an der Umlenkeinheit (80) mindestens 2:1, vorzugsweise mindestens 3:1 und weiter bevorzugt mindestens 4:1 beträgt.

3. Optische Anordnung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher ein Durchmesser der Apertur des Strahlengangs (61) der Senderoptik (60) oder die Längserstreckung (88) an der Umlenkeinheit (80) im Verhältnis zur Apertur des Strahlengangs (31) der Empfängeroptik (30) einen Wert aufweist im Bereich von etwa 1:14 bis etwa 1:7.

4. Optische Anordnung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

bei welcher der Langspiegel (86) der Umlenkeinheit (80) in Draufsicht auf die Umlenkeinheit (80) die Form eines Rechtecks, eine bikonvex elliptische Form, eine bikonkave Form oder eine Doppelmeniskusform aufweisen.

5. Optische Anordnung (10) nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher
   - die Senderoptik (60) und die Empfängeroptik (30) mit zumindest teilweise oder abschnittsweise zueinander koaxialen Strahlengängen (31, 61) auf der Strahlaustrittsseite der Senderoptik (60) und/oder Strahleintrittsseite der Empfängeroptik (30) ausgebildet sind und
   - die Umlenkeinheit (80) zumindest teilweise oder abschnittsweise biaxiale Strahlengänge (31, 61) auf der Seite der Lichtquelleneinheit (65) der Senderoptik (60) und auf der Seite einer Detektoranordnung (20) der Empfängeroptik (30) bildet.

6. 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 1 bis 5.

7. Arbeitsvorrichtung und insbesondere ein Fahrzeug, mit einem LiDAR-System (1) nach Anspruch 6 zur optischen Erfassung eines Sichtfeldes (50).

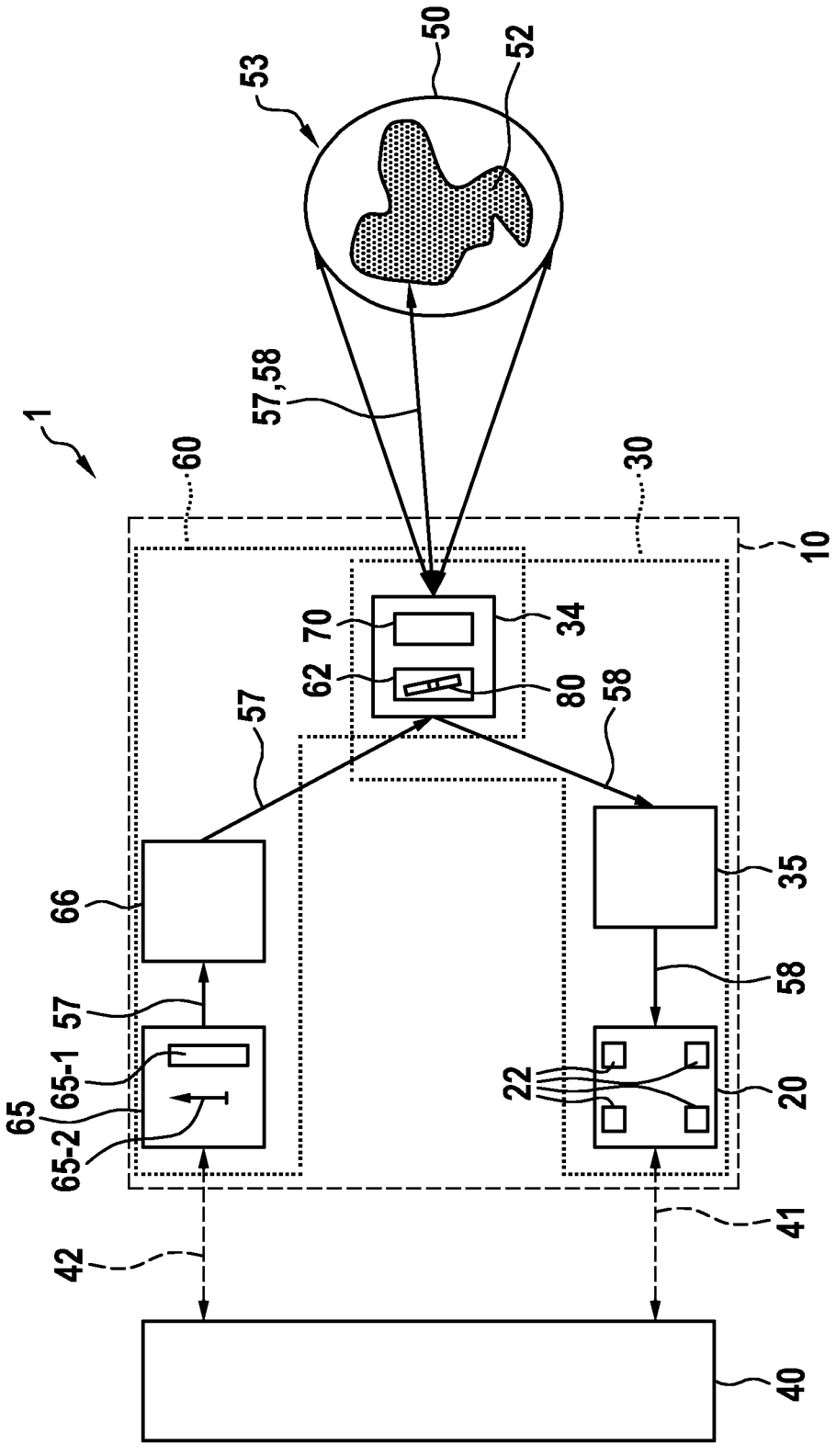

1
10
20
22
30
34
35
40
41
42
50
52
53
57
57,58
58
60
62
65
65-1
65-2
66
70
80

Fig. 1

Fig. 2

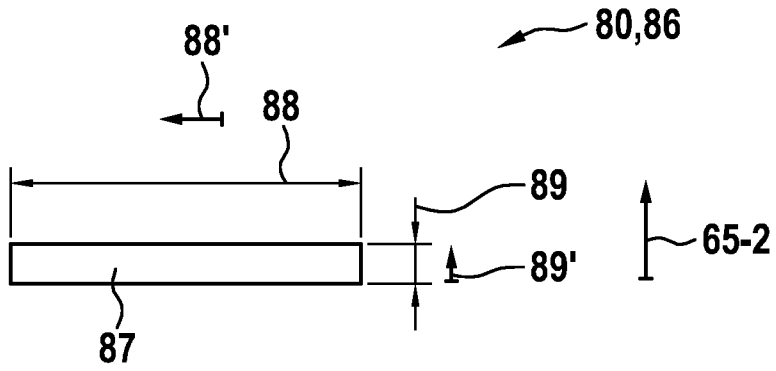


Fig. 3

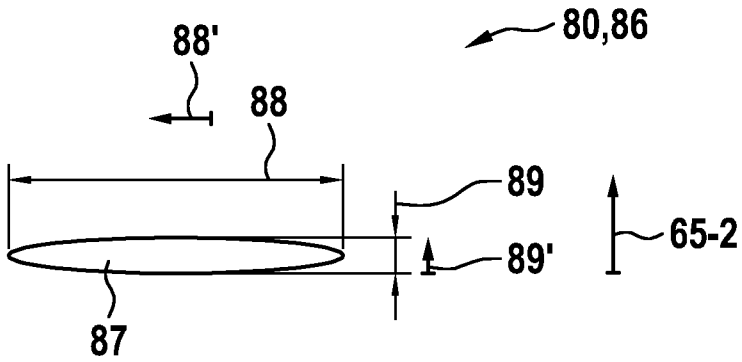
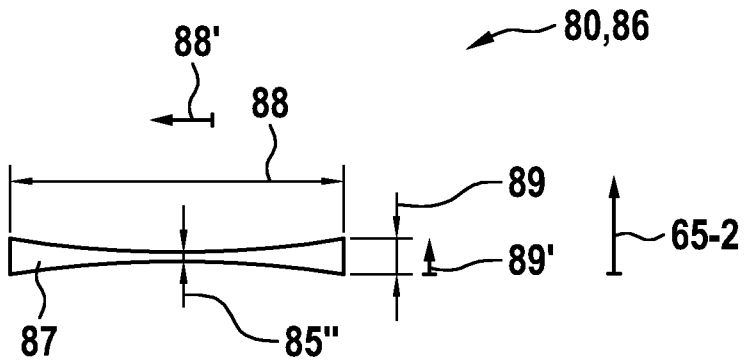


Fig. 4



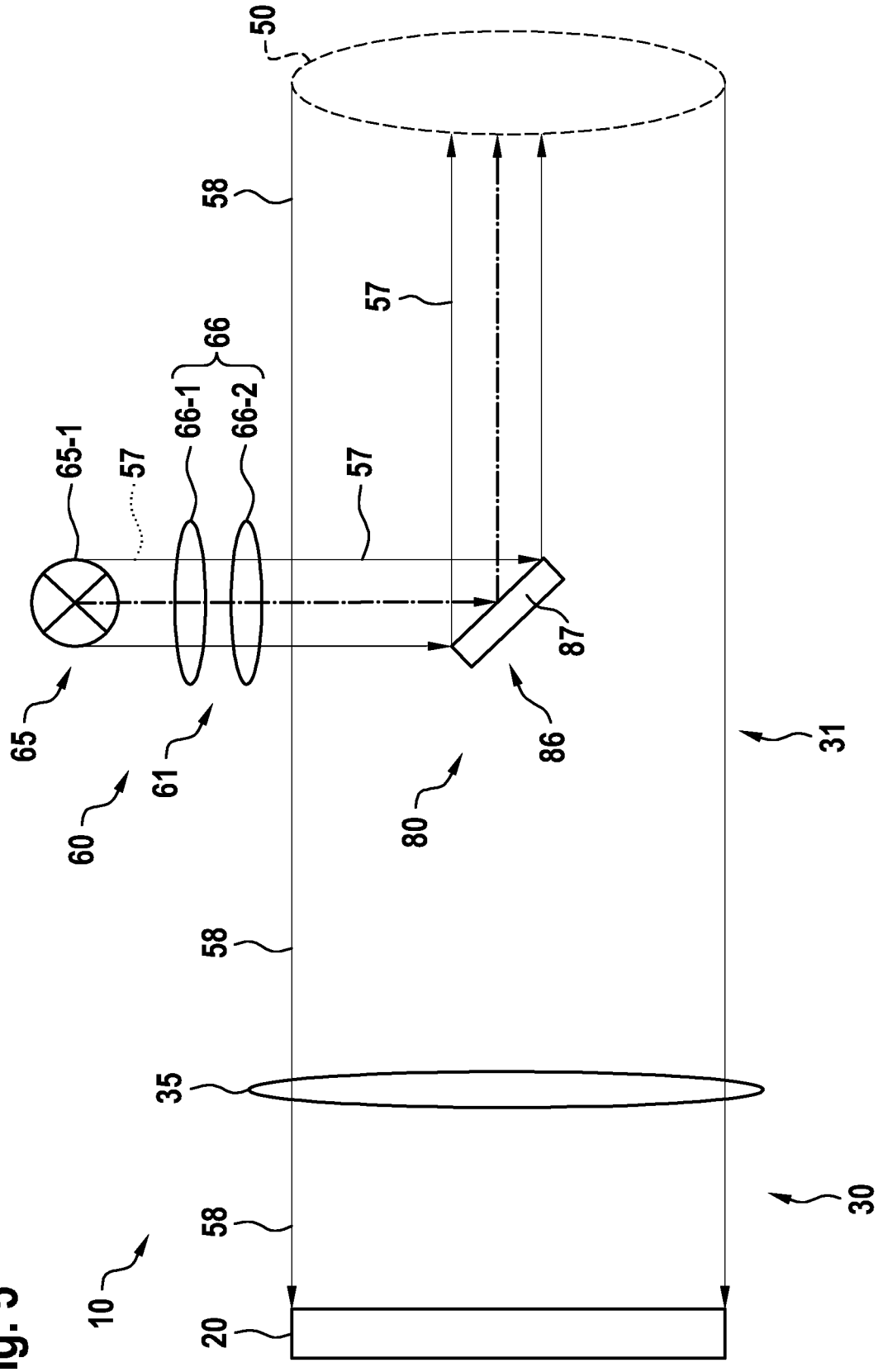


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2018/071125

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/481(2006.01)i; ***G01S 17/93***(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, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 9086273 B1 (GRUVER DANIEL [US] ET AL) 21 July 2015 (2015-07-21) column 5, lines 30-32; figures 3, 5A column 7, lines 43-50 column 8, lines 19-27	1-7
A	US 2016274222 A1 (YEUN YONG HYUN [KR]) 22 September 2016 (2016-09-22) figure 1	1-7
A	US 6449036 B1 (WOLLMANN CHRISTIAN [DE] ET AL) 10 September 2002 (2002-09-10) figure 2	1-6
A	US 2017131386 A1 (MASUDA YUICHIRO [JP]) 11 May 2017 (2017-05-11) figures 2, 5	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
30 October 2018	**08 November 2018**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Ferrara, Michele** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2018/071125

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	9086273	B1	21 July 2015	NONE			
US	2016274222	A1	22 September 2016	CN	107209265	A	26 September 2017
				EP	3273267	A1	24 January 2018
				US	2016274222	A1	22 September 2016
				WO	2016153233	A1	29 September 2016
US	6449036	B1	10 September 2002	AT	227843	T	15 November 2002
				AU	6848798	A	24 November 1998
				CA	2287242	A1	25 October 1998
				DE	19717488	A1	29 October 1998
				EP	0977982	A1	09 February 2000
				RU	2186372	C2	27 July 2002
				US	6449036	B1	10 September 2002
				WO	9849545	A1	05 November 1998
US	2017131386	A1	11 May 2017	CN	106680826	A	17 May 2017
				EP	3165942	A1	10 May 2017
				JP	2017090128	A	25 May 2017
				US	2017131386	A1	11 May 2017

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/071125

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, INSPEC, 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 9 086 273 B1 (GRUVER DANIEL [US] ET AL) 21. Juli 2015 (2015-07-21) Spalte 5, Zeilen 30-32; Abbildungen 3, 5A Spalte 7, Zeilen 43-50 Spalte 8, Zeilen 19-27	1-7
A	US 2016/274222 A1 (YEUN YONG HYUN [KR]) 22. September 2016 (2016-09-22) Abbildung 1	1-7
A	US 6 449 036 B1 (WOLLMANN CHRISTIAN [DE] ET AL) 10. September 2002 (2002-09-10) Abbildung 2	1-6
A	US 2017/131386 A1 (MASUDA YUICHIRO [JP]) 11. Mai 2017 (2017-05-11) Abbildungen 2, 5	1-6

☐ 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
30. Oktober 2018	08/11/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ferrara, Michele

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/071125

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 9086273 B1	21-07-2015	KEINE	
US 2016274222 A1	22-09-2016	CN 107209265 A	26-09-2017
		EP 3273267 A1	24-01-2018
		US 2016274222 A1	22-09-2016
		WO 2016153233 A1	29-09-2016
US 6449036 B1	10-09-2002	AT 227843 T	15-11-2002
		AU 6848798 A	24-11-1998
		CA 2287242 A1	25-10-1998
		DE 19717488 A1	29-10-1998
		EP 0977982 A1	09-02-2000
		RU 2186372 C2	27-07-2002
		US 6449036 B1	10-09-2002
		WO 9849545 A1	05-11-1998
US 2017131386 A1	11-05-2017	CN 106680826 A	17-05-2017
		EP 3165942 A1	10-05-2017
		JP 2017090128 A	25-05-2017
		US 2017131386 A1	11-05-2017