

(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
30. April 2020 (30.04.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/083796 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/481 (2006.01) G01S 17/93 (2020.01)
G01S 17/89 (2020.01) G01S 17/931 (2020.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/078472

(22) Internationales Anmeldedatum:

21. Oktober 2019 (21.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 218 166.7

24. Oktober 2018 (24.10.2018) DE

(71) Anmelder: OSRAM GMBH [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: GAMMER, Christian; Fischkalterstraße 52, 93455 Traitsching (DE). JASKOLKA, David; Banter-Str. 89, 93073 Neutraubling (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, 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: DISTANCE-MEASURING UNIT

(54) Bezeichnung: ABSTANDSMESSEINHEIT

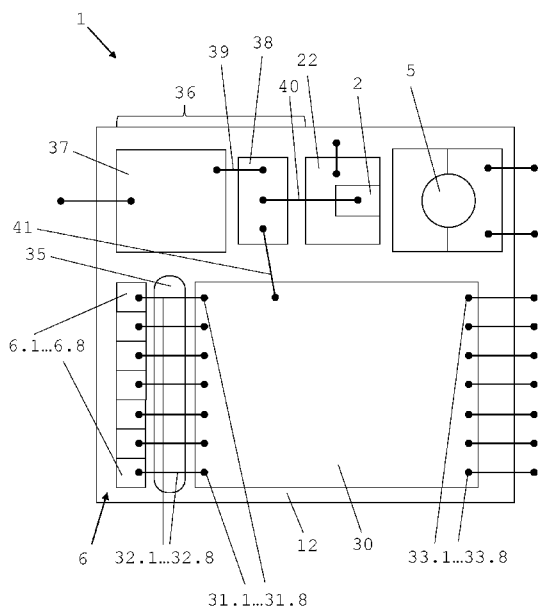


Fig. 3

(57) Abstract: The present invention relates to a distance-measuring unit (1) for measuring a detection field on the basis of a signal time-of-flight, comprising the following components: i.) an emitter unit (2) for emitting laser pulses (3.1-3.6); ii.) an optical unit (4) for guiding the laser pulses (3.1-3.6) into different solid angle segments (20.1-20.3); iii.) a sensor unit (6) for receiving echo pulses (10.1-10.39) from the solid angle segments (20.1-20.3); iv.) a logic unit (30) which is configured to read out the sensor unit (6); wherein at least the components according to points i.) to iii.) are arranged on a common substrate (12).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abstandsmesseinheit (1) zur signallaufzeitbasierten Vermessung eines Erfassungsfeldes, welche folgende Bauteile aufweist: i.) eine Emittereinheit (2) zur Emission von Laserpulsen (3.1-3.6); ii.) eine Optikeinheit (4), um die Laserpulse (3.1-3.6) in unterschiedliche Raumwinkelsegmente (20.1-20.3) zu führen; iii.) eine Sensoreinheit (6) zum Empfangen von Echopulsen (10.1-10.39) aus den Raumwinkelsegmenten (20.1-20.3); iv.) einen Logikbaustein (30), der zum Auslesen der Sensoreinheit (6) eingerichtet ist; wobei zumindest die Bauteile gemäß den Ziffern i.) bis iii.) auf einem gemeinsamen Substrat (12) angeordnet sind.

WO 2020/083796 A1

ABSTANDSMESSEINHEIT

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abstandsmesseinheit zur signallaufzeitbasierten Vermessung eines Erfassungsfeldes.

Stand der Technik

Die in Rede stehende Abstandsmessung beruht auf einer Laufzeitmessung ausgesandter elektromagnetischer Pulse. Treffen diese auf ein Objekt, so wird an dessen Oberfläche der Puls anteilig zurück zu der Abstandsmesseinheit reflektiert und kann als Echopuls mit einem geeigneten Sensor aufgezeichnet werden. Erfolgt die Aussendung des Pulses zu einem Zeitpunkt t_0 und wird der Echopuls zu einem späteren Zeitpunkt t_1 erfasst, kann der Abstand d zu der reflektierenden Oberfläche des Objekts über die Laufzeit $\Delta t_A = t_1 - t_0$ nach

$$d = \Delta t_A \cdot c / 2 \quad \text{Glg. 1}$$

bestimmt werden. Da es sich um elektromagnetische Pulse handelt, ist c der Wert der Lichtgeschwindigkeit.

Darstellung der Erfindung

Der vorliegenden Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine besonders vorteilhafte Abstandsmesseinheit anzugeben.

- 2 -

Dies wird erfindungsgemäß mit der Abstandsmesseinheit gemäß Anspruch 1 gelöst. Dabei liegt eine Besonderheit darin, dass zumindest die Emittereinheit zur Emission der Laserpulse, eine Optikeinheit zum Verteilen der Laserpulse und eine Sensoreinheit zum Empfangen der Echopulse auf einem gemeinsamen Substrat angeordnet sind. Vorzugsweise ist auch ein Logikbaustein zum Auslesen der Sensoreinheit auf diesem Substrat angeordnet, siehe unten im Detail.

Das Zusammenfassen der Bauteile kann bspw. einen kompakten Aufbau ergeben, also hinsichtlich des Bauraums von Vorteil sein. Dies kann speziell mit Blick auf eine bevorzugte Kfz-Anwendung neue Integrationsmöglichkeiten eröffnen, die Abstandsmesseinheit kann bspw. in einen Scheinwerfer integriert werden. Mit dem reduzierten Bauraum kann auch eine Gewichtsverringerung einhergehen, was z. B. auch ganz neue Anwendungsgebiete eröffnen kann, etwa einen Einsatz in Drohnen oder beweglichen Leuchten bzw. Scheinwerfern. Ein Beispiel sind sogenannte Moving Heads, bei denen ein Scheinwerferkopf dreh- und schwenkbar an einem Scheinwerfersockel montiert ist, wobei eine Verringerung des Gewichts eine Beanspruchung der Aufhängung verringern und damit diese Integration ermöglichen kann.

Die „auf“ dem gemeinsamen Substrat angeordneten Bauteile müssen nicht notwendigerweise sämtlich direkt an dem Substrat montiert, also direkt mit dem Substrat fügeverbunden sein (verlötet oder -klebt). Die Bauteile können nämlich auch aufeinandergesetzt, also gestapelt werden. Die Anordnung eines Bauteils „auf“ dem Substrat meint insofern, dass eine Projektion des Bauteils senkrecht zur Substratoberfläche in dieser liegt. Ist bspw. ein Bauteil

direkt auf das Substrat und ein weiteres Bauteil dann auf das erstgenannte Bauteil gesetzt, liegen die Projektionen beider Bauteile in der Substratoberfläche (und bspw. die Projektion des aufgesetzten Bauteils vollständig innerhalb jener des Bauteils darunter).

Das „gemeinsame Substrat“ kann im Allgemeinen bspw. auch eine Leiterplatte sein, etwa eine FR4-Leiterplatte. Ebenso ist aber auch ein Substrat auf Halbleiterbasis möglich, etwa ein Siliziumsubstrat, oder auch ein metallisches Substrat, im einfachsten Fall eine Metallplatte, bspw. ein gestanztes Blech.

Bevorzugte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen und der gesamten Offenbarung, wobei in der Darstellung der Merkmale nicht immer im Einzelnen zwischen Vorrichtungs- und Verfahrens- bzw. Verwendungsaspekten unterschieden wird; jedenfalls implizit ist die Offenbarung hinsichtlich sämtlicher Anspruchskategorien zu lesen. Wird also bspw. eine für einen bestimmten Betrieb geeignete Abstandsmesseinheit beschrieben, ist darin zugleich eine Offenbarung eines entsprechenden Betriebsverfahrens zu sehen, und umgekehrt.

Mit der Emitter- und Optikeinheit können die Laserpulse in unterschiedliche Raumwinkelsegmente des Erfassungsfelds geführt werden. Das Erfassungsfeld kann also raumwinkelselektiv abgetastet bzw. -gescannt werden, was eine Punktelinie bzw. -wolke an Abstandswerten und damit ein ein- bzw. zweidimensionales Abstandsbild ergibt. Wie nachstehend im Detail diskutiert, kann die raumwinkelselektive Emission bevorzugt über einen Mikrospiegelaktor (MEMS-Spiegel) als Optikeinheit realisiert sein, der von

einer Laserdiode einfallende Laserpulse in unterschiedlichen Schwing- und damit Kippstellungen in die unterschiedlichen Raumwinkelsegmente reflektiert.

Alternativ kann die Raumwinkelselektivität bspw. auch mit
5 einem Array aus Laserdioden realisiert werden, denen als Optikeinheit eine Linse bzw. ein Linsensystem zugeordnet ist. Über die Linse / das Linsensystem ist dann jeder Laserdiode ein eigenes Raumwinkelsegment zugeordnet, in
10 welches die von der jeweiligen Laserdiode emittierten Laserpulse gebrochen werden. Dazu kann für jede Laserdiode eine eigene Linse vorgesehen sein, wobei diese Linsen unterschiedlich weit versetzt oder verkippt sein können. Das Ablenken in die unterschiedlichen Raumwinkelsegmente kann jedoch bspw. auch mit einer den Laserdioden gemein-
15 sam zugeordneten Linse erreicht werden.

Unabhängig von der Ausgestaltung von Emitter- und Optikeinheit im Einzelnen kann ein Vorteil des vorliegenden Gegenstands z. B. auch darin liegen, dass sich mit dem Anordnen der für das Führen der Laser- und Echopulse maß-
20 geblichen Bauteile auf demselben Substrat auch deren Justage relativ zueinander vereinfachen lässt. Im Idealfall lassen sich zeitaufwendige optische Einmessvorgänge zumindest reduzieren. Auch vor diesem Hintergrund sind in bevorzugter Ausgestaltung auf dem gemeinsamen Substrat
25 Montageanschlüsse für die Emittereinheit, die Optikeinheit und/oder die Sensoreinheit vorgesehen. Geht man bspw. von in einer Aufsicht rechteckigen Bauteilen aus, können die Montageanschlüsse bspw. je Bauteil zumindest an zwei ein-
30 ander entgegengesetzten Ecken angeordnet sein (oder auch an allen vier Ecken). Die Montageanschlüsse können aber bspw. auch an den Seitenkanten des jeweiligen Bauteils,

also zwischen dessen Ecken vorgesehen sein. Je nach Ausgestaltung des Substrats im Einzelnen können die Montageanschlüsse bspw. durch Ätzen freigelegt oder auch aufgebracht sein, etwa als Oxid-, Nitrid- oder Metallisierungsstege abgeschieden.

Im Allgemeinen könnte als Emittereinheit bzw. Laserdiode bspw. auch ein sogenannter Oberflächenemitter vorgesehen sein (*Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL*). Bevorzugt ist ein Kantenemitter, wird die Laserstrahlung also an einer Seitenkante des Laserdioden-Chips aus dessen Schichtaufbau heraus emittiert. Die Emissionsfläche wird auch als Laserfacette bezeichnet. Dabei sind insbesondere auch Chips bzw. Schichtaufbauten mit mehreren Laserfacetten möglich, auch als *Stacked Device* bezeichnet.

Die Laserdiode kann im Allgemeinen auch allein der Halbleiter-Chip sein (*Bare Die*), bevorzugt ist die Laserdiode jedoch ein gehäuster Baustein.

Bei der Laserstrahlung handelt es sich bevorzugt um Infrarotstrahlung, also Wellenlängen von bspw. mindestens 600 nm, 650 nm, 700 nm, 750 nm, 800 nm bzw. 850 nm (in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Besonders bevorzugt können bspw. rund 905 nm sein, wobei insofern vorteilhafte Obergrenzen bei höchstens 1100 nm, 1050 nm, 1000 nm bzw. 950 nm liegen können (in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Ein weiterer bevorzugter Wert kann bspw. bei rund 1064 nm liegen, was vorteilhafte Untergrenzen von mindestens 850 nm, 900 nm, 950 nm bzw. 1000 nm ergibt und (davon unabhängige) vorteilhafte Obergrenzen von höchstens 1600 nm, 1500 nm, 1400 nm, 1300 nm, 1200 nm bzw. 1150 nm (jeweils in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Bevorzugte

Werte können auch bei rund 1548 nm bzw. 1550 nm liegen, was vorteilhafte Untergrenzen von mindestens 1350 nm, 1400 nm, 1450 nm bzw. 1500 nm ergibt und (davon unabhängige) vorteilhafte Obergrenzen von höchstens 2000 nm, 1900 nm, 1800 nm, 1700 nm, 1650 nm bzw. 1600 nm (jeweils in der Reihenfolge der Nennung zunehmend bevorzugt). Im Allgemeinen sind aber bspw. auch Wellenlänge im Fernen IR denkbar, bspw. bei 5600 nm bzw. 8100 nm.

In bevorzugter Ausgestaltung ist auch der Logikbaustein auf dem gemeinsamen Substrat angeordnet. Im Allgemeinen kann es sich bei dem Logikbaustein bspw. auch um einen programmierbaren Microcontroller handeln, bevorzugt ist ein ASIC (Application Specific Integrated Circuit). Es kann insbesondere ein sogenanntes anwendungsspezifisches Standardprodukt (ASSP) Anwendung finden. Bevorzugt kann ein Mixed-Signal-ASIC Anwendung finden, der digitale und analoge Funktionen integriert.

Der Logikbaustein ist zumindest zum Auslesen der Fotodiode eingerichtet, bevorzugt steuert er zusätzlich die Emitter- bzw. Optikeinheit, also vorzugsweise die Kombination aus Laserdiode und MEMS-Spiegel. Die Sensoreinheit kann genau eine oder auch eine Mehrzahl Fotodioden aufweisen, wobei Letzteres ein raumwinkelsensitives Erfassen ermöglicht, also das Zuordnen von Echopulsen zu unterschiedlichen Raumwinkelsegmenten. Als Fotodiode ist bspw. eine PIN-Diode, APD (Avalanche Photo Diode) oder SPAD (Single Photon APD), oder auch ein Photomultiplier möglich. Sind mehrere Fotodioden vorgesehen, werden diese bevorzugt sämtlich mit dem Logikbaustein ausgelesen bzw. ausgewertet.

Generell kann das „Auslesen der Sensoreinheit“ ein Umsetzen eines analogen Eingangssignals in ein digitales Signal umfassen. Das Eingangssignal wird bevorzugt direkt an der Sensoreinheit abgegriffen, also ohne weiteren Baustein dazwischen. In anderen Worten übernimmt der Logikbaustein die Funktion eines A/D-Wandlers. Bevorzugt wird das digitalisierte Signal für eine nachfolgende Bildauswertung weiter aufbereitet, wird also bspw. über mehrere Echopulse (desselben Raumwinkelsegments, zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen) gemittelt. Einer nachgelagerten Rechneinheit, die aus den Messwerten bspw. eine Punktwolke aus Abstandswerten herausarbeitet, wird also ein aufbereitetes Digitalsignal ausgegeben.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind sowohl der Logikbaustein als auch die Sensoreinheit auf dem gemeinsamen Substrat angeordnet, ist dieses allerdings zwischen diesen Bauteilen mit einer Aussparung vorgesehen. Es kann sich bspw. von einer Seitenkante des Substrats aus ein Schlitz zwischen dem Logikbaustein und der Sensoreinheit erstrecken. Bevorzugt ist die Aussparung ein Durchgangsloch, das also in den Flächenrichtungen des Substrats zu allen Seiten hin von dem Substrat eingefasst ist. Dies kann bspw. hinsichtlich der Stabilität von Vorteil sein (Verwindungssteifigkeit). Senkrecht zu den Flächenrichtungen erstreckt sich die Aussparung bevorzugt durch das gesamte Substrat hindurch, also etwa im Falle eines mehrschichtigen Aufbaus durch sämtliche Substratschichten.

Die Aussparung zwischen Logikbaustein und Sensoreinheit kann hinsichtlich einer thermischen Entkopplung von Vorteil sein. In dem Logikbaustein kann nämlich einerseits vergleichsweise viel Verlustleistung abfallen, sodass

dieser im Betrieb relativ heiß wird. Die Fotodiode bzw. -
dioden andererseits können in ihrem Fotostrom eine rela-
tiv starke Temperaturabhängigkeit zeigen, weswegen das
zeitlich und auch räumlich schwankende Aufheizen durch
5 den Logikbaustein die Qualität der Messung beeinträchti-
gen, insbesondere das Signal/Rausch-Verhältnis ver-
schlechtern könnte. Das Aufheizen der Sensoreinheit kann
bspw. auch das Eigenrauschen der Fotodiode bzw. -dioden
negativ beeinflussen.

10 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Emitter-
und die Optikeinheit auf dem Logikbaustein angeordnet. Es
können also insbesondere eine Laserdiode und ein MEMS-
Spiegel auf dem Logikbaustein platziert sein. Mit seiner
Unterseite ist der Logikbaustein dem Substrat zugewandt,
15 auf die entgegengesetzte Oberseite sind die Emitter- und
Optikeinheit gesetzt; dazu können an der Oberseite des
Logikbausteins entsprechende Montageanschlänge vorgesehen
sein, was die Justage vereinfacht (siehe vorne).

In bevorzugter Ausgestaltung ist auch eine Treiberein-
20 heit, mit welcher die Emittereinheit bzw. Laserdiode ge-
pulst betrieben werden kann, auf dem gemeinsamen Substrat
angeordnet. Diese Treibereinheit weist einen Energiespei-
cher auf, der die Ladung zur Verfügung stellt, und fer-
ner einen Transistor, der diese dann auf die Laserdiode
25 schaltet. Das Anordnen dieser Bauteile auf dem gemeinsa-
men Substrat kann bspw. auch hinsichtlich kurzer Verbin-
dungswege im Entladestromkreis von Vorteil sein. Dadurch
lassen sich Induktivitäten zumindest verringern, was die
Schaltzeiten verkürzen und damit die Flankensteilheit der
30 Pulse erhöhen kann. Letzteres kann bspw. hinsichtlich ei-

ner Erhöhung der Reichweite der Abstandsmesseinheit von Vorteil sein.

Geht man nämlich bspw. davon aus, dass die insgesamt je Puls untergebrachte Pulsenergie aus Gründen der Augensicherheit limitiert ist, lässt sich zur Erhöhung der Reichweite bei unveränderter Pulsdauer nicht einfach die Ausgangsleistung erhöhen, weil dies kritische Pulsenergien ergeben würde. Wird jedoch die Pulsdauer verkürzt, bspw. von 10 ns auf 2 ns, kann die Ausgangsleistung bei gleichbleibender Pulsenergie bis um ein 5-faches erhöht werden (bei einer Wiederholrate von bspw. rund 100 kHz). Die Erhöhung der Ausgangsleistung kann im Übrigen nicht nur hinsichtlich der Reichweite von Interesse sein, sondern generell das Signal/Rausch-Verhältnis verbessern und damit bspw. den Detektionsaufwand empfängerseitig verringern (Einsatz einfacherer und damit kostengünstiger Sensoren etc.).

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist zumindest ein Teil der Treibereinheit, nämlich der Transistor, auf dem Logikbaustein angeordnet. In Kombination mit der auf dem Logikbaustein angeordneten Emitter- und Optikeinheit lässt sich dann bspw. eine besonders kurze und damit niederohmige bzw. -induktive Verbindung zwischen Transistor und Laserdiode erreichen. Bevorzugt ist nicht nur der Transistor, sondern auch der Energiespeicher auf dem Logikbaustein angeordnet. In der Anordnung auf dem Logikbaustein ist auch ein mehrfaches Stapeln möglich, es können bspw. der Energiespeicher und die Laserdiode direkt auf den Logikbaustein gesetzt sein und kann der Transistor bspw. als Flip Chip-Baustein auf die Laserdiode und den Energiespeicher gesetzt werden.

- 10 -

Der Energiespeicher ist ganz allgemein bevorzugt ein Kondensator, der an der Versorgungsspannung hängt und geladen wird (und durch Schalten des Transistors durch die Laserdiode entladen wird). Wenngleich im Allgemeinen
5 bspw. auch ein Elektrolyt- oder Kunststoff- bzw. Folienkondensator infrage kommen kann, ist in bevorzugter Ausgestaltung ein Kondensator auf Silizium-Basis vorgesehen. Die Kondensatorplatten können dabei von elektrisch leitfähigem Silizium gebildet werden, bevorzugt Polysilizium.
10 Zwischen zwei Schichten aus Polysilizium ist eine dielektrische Schicht angeordnet, bspw. ein Nitrid oder Oxid. Die Elektroden müssen dabei nicht notwendigerweise plan ausgebildet sein, sie können auch einer Topographie folgen, also in Flächenrichtung des Substrats gestaucht
15 (gefaltet) sein. Damit lässt sich insgesamt flächensparend eine große Elektrodenfläche bzw. Kapazität realisieren.

Etwa im Vergleich zu einem Keramikkondensator, der im Allgemeinen auch Anwendung finden könnte, kann ein Silizium-basierter Kondensator bspw. eine 10-fach höhere Kapazitätsdichte haben, wobei zugleich die Ersatzlängsinduktivität (ESL) sehr gering ist und die Eigenfrequenz hoch liegt (größer 1 GHz bis 10 GHz). Zudem kann ein Silizium-basierter Kondensator im vorliegenden Kontext auch
20 aufgrund der vergleichsweise geringen Aufbauhöhe von Vorteil sein. Er kann eine vergleichbare Höhe wie die Laserdiode oder andere Bausteine haben, was das vorstehend geschilderte Stapeln ohne aufwändige Höhenanpassung möglich macht (auf einem planen Substrat).

30 In bevorzugter Ausgestaltung wird das Silizium-Substrat des Polysilizium-Kondensators zugleich als Träger ge-

nutzt, bildet es nämlich das gemeinsame Substrat. Es sind dann also zumindest die Emitter- und Optikeinheit, sowie die Sensoreinheit auf diesem Substrat angeordnet, in bzw. auf welchem der Polysilizium-Kondensator strukturiert ist. Bevorzugt sind in diesem Fall beide Anschlüsse des Kondensators auf derselben Seite des Silizium-Substrats angeordnet, nämlich auf der Oberseite. Zusätzlich zu der Laserdiode ist darauf dann weiter bevorzugt auch der Transistor platziert. Im Übrigen können auf der Oberfläche des Silizium-Substrats des Kondensators auch Leiterbahnen etc. abgeschieden bzw. strukturiert sein, um eine Verdrahtung der einzelnen Bausteine zu schaffen.

Es kann dann insbesondere die Laserdiode mit ihrem P-Kontakt dem Substrat zugewandt auf einer darauf abgeschiedenen Leiterbahn montiert sein. Mit dieser Leiterbahn ist dann ferner der Transistor als *Flip-Chip* verbunden (die Anschlüsse des Transistors weisen nach unten, in Richtung des Silizium-Substrats des Kondensators). Der Drain-Anschluss des Transistors geht direkt auf ein Anschlusspad des Silizium-basierten Kondensators, also letztlich auch eine Leiterbahn (die in Kontakt mit der darunterliegenden Polysiliziumschicht steht). Handelt es sich bei der Laserdiode um ein vertikales Bauteil, was bevorzugt ist, liegt dann der N-Kontakt oberseitig, also dem Silizium-Substrat abgewandt. Wenngleich im Allgemeinen auch ein direktes Abgreifen, bspw. mit einer Klammer, möglich ist, kann der Oberseitenkontakt der Laserdiode bevorzugt über eine oder mehrere Bonddrähte mit einer Leiterbahn auf dem Silizium-Substrat verbunden werden, die den Ground-Anschluss bildet. Diese Leiterbahn ist

- 12 -

dann auch mit dem Ground-Kontakt des Silizium-basierten Kondensators verbunden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind zumindest die Emitter- und Optikeinheit, sowie die Sensoreinheit
5 und bevorzugt auch der Logikbaustein, in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet. Dieses kann ein Gasvolumen um die Bauteile begrenzen, also bspw. mit Luft oder auch einem Inertgas gefüllt sein. Soweit das gemeinsame Substrat die Bauteile nach unten hin einfasst, kann das Gehäuse sie
10 zur Seite und nach oben hin umfassen. Das gemeinsame Häusen der Bauteile kann bspw. wiederum hinsichtlich eines kompakten Aufbaus von Vorteil sein. Bevorzugt sind die Emittereinheit und die Sensoreinheit zwar in dem gemeinsamen Gehäuse angeordnet, dabei jedoch über eine
15 Trennwand in dem Gehäuse voneinander separiert.

In bevorzugter Ausgestaltung weist das Gehäuse eine Linse der Optikeinheit und eine der Sensoreinheit zugeordnete Linse auf. Es sind also in anderen Worten optische Elemente zum Führen der Pulse und auch der Echopulse über
20 das Gehäuse bzw. als Teil des Gehäuses relativ zueinander positioniert, was hinsichtlich Genauigkeit und auch Justageaufwand von Vorteil sein kann. Im Allgemeinen können die Linsen bspw. auch integral in das Gehäuse eingeformt sein, könnte dieses also bspw. aus einem transparenten
25 Kunststoffmaterial spritzgegossen und dabei an den entsprechenden Stellen linsenförmig vorgesehen sein.

In bevorzugter Ausgestaltung sind die Linsen jedoch als gesonderte Bauteile jeweils an eine Öffnung eines Gehäuseelements gesetzt. Das Gehäuseelement kann dann bspw.
30 auch lichtundurchlässig vorgesehen werden, was z. B. ei-

nem Eintrag von Streustrahlung vorbeugen kann. Über das Gehäuseelement können die Linsen vorteilhafterweise relativ zueinander positioniert sein, das Gehäuseelement kann vorzugsweise Montageanschlänge für die Linsen aufweisen.

5 Die nicht integrale Ausgestaltung der Linsen mit dem Gehäuseelement kann bspw. auch Freiheiten bei der Materialauswahl bzw. -optimierung schaffen.

Wie bereits erwähnt, ist die Emittereinheit in bevorzugter Ausgestaltung eine Laserdiode und werden deren Pulse

10 mittels eines Mikrospiegelaktors, insbesondere einem MEMS-Spiegel, auf die unterschiedlichen Raumwinkelsegmente verteilt. Die eben diskutierte Linse kann dann insbesondere eine Lentikularlinse sein, die jeden Puls auffächert, und zwar in einer Richtung gewinkelt bzw. senkrecht

15 recht zur Scanrichtung (die sich aus der Bewegung des MEMS-Spiegels ergibt). In anderen Worten wird also jeder Puls in einer Ebene aufgefächert, die senkrecht zur Spiegelfläche liegt.

Emitterseitig ergibt sich die Auflösung daraus, dass ein

20 jeweiliger Puls in einer jeweiligen Spiegelstellung in ein bestimmtes Raumwinkelsegment gelangt. Es wird dann für eine bestimmte Pausendauer „gelauscht“, ob aus diesem Raumwinkelsegment ein Echopuls zurückkommt, bevor in einer anderen Spiegelstellung in ein anderes Raumwinkelsegment

25 emittiert und wiederum gelauscht wird. Werden die Pulse innerhalb eines jeweiligen Emitterraumwinkelsegments zusätzlich, wie eben geschildert, aufgefächert, kann die weitergehende Zuordnung empfängerseitig realisiert sein.

Dazu sind bspw. mehrere einzeln auslesbare Sensorflächen vorgesehen, die bspw. in einer Reihe nebeneinander angeordnet sein können. Prinzipiell ist auch eine Integration in Form eines CCD- oder CMOS-Arrays denkbar, bevorzugt wird eine jeweilige Sensorfläche jeweils von einer separaten Fotodiode gebildet, sind also mehrere Fotodioden nebeneinander platziert, bevorzugt als lineares Array. Damit ist eine Ortsauflösung gegeben, was in Kombination mit einer aus Sicht der Echopulse vorgelagerten Optik eine Raumwinkelauflösung ergibt. Diese Optik kann bspw. als Sammellinse realisiert sein, die aus unterschiedlichen Empfänger-Raumwinkelsegmenten stammende Echopulse auf die unterschiedlichen Sensorflächen bzw. Fotodioden führt.

Die raumwinkelselektive Emittereinheit ist bevorzugt mit einer solchen raumwinkelsensitiven Empfängereinheit kombiniert. Bevorzugt ist eine Anordnung derart, dass das Erfassungsfeld in einer Richtung in die Emitter-Raumwinkelsegmente untergliedert ist und gewinkelt bzw. senkrecht dazu in die Empfänger-Raumwinkelsegmente. Insgesamt ergibt sich damit eine Auflösung auf zwei Achsen, also ein zweidimensionales Abstandsbild. Wie eben geschildert, kann dabei ein jeweiliger Puls innerhalb eines jeweiligen Emitter-Raumwinkelsegments mit einer Linse (insbesondere Lentikularlinse) in eine Vielzahl Pulse aufgefächert werden. Die Zuordnung, ob bzw. zu welchen dieser Pulse Echopulse zurückkommen, ergibt sich dann mit der raumwinkelsensitiven Sensoreinheit. In anderen Worten ist also jedes der Emitter-Raumwinkelsegmente in mehrere Empfänger-Raumwinkelsegmente untergliedert.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist die Abstandsmesseinheit mehrere Emitter- und Optikeinheiten auf,

vorzugsweise eine Mehrzahl Laserdioden mit jeweils einem zugeordneten MEMS-Spiegel. Die Emitter- und Optikeinheiten sind derart angeordnet, dass die Raumwinkelsegmente der Optikeinheiten untereinander zumindest teilweise disjunkt liegen. Es wird also in anderen Worten nicht derselbe Winkelbereich von mehreren Emitter- bzw. Optikeinheiten vermessen, sondern wird ein insgesamt größeres Erfassungsfeld aufgespannt. Besonders bevorzugt kann eine Anordnung derart sein, dass es keinen Überlapp zwischen den Emitter-Raumwinkelsegmenten der unterschiedlichen Optikeinheiten (MEMS-Spiegel) gibt, diese aber aneinandergrenzen. Bevorzugt sind die in einer Mehrzahl vorgesehenen Emitter- und Empfängereinheiten sämtlich auf dem gemeinsamen Substrat angeordnet, schafft dieses also auch eine Relativpositionierung der Einheiten untereinander.

In bevorzugter Ausgestaltung sind mehrere Mikrospiegelaktoren vorgesehen (als Optikeinheiten). Diese spannen jeweils einen Winkelbereich auf und sind bevorzugt so angeordnet, dass ein insgesamt aufgespannter Gesamtwinkelbereich größer als jeder einzelne Winkelbereich ist. Bezogen auf die Einbaulage der Abstandsmesseinheit kann insbesondere bevorzugt sein, dass die Winkelbereiche horizontal aneinandergesetzt sind, vorzugsweise überlappfrei.

Es können mindestens zwei MEMS-Spiegel mit ihren Winkelbereichen aneinandergesetzt sein, mögliche Obergrenzen können (davon unabhängig) bspw. bei höchstens 7, 6, 5 bzw. 4 MEMS-Spiegeln liegen. Besonders bevorzugt können drei MEMS-Spiegel sein. Generell kann ein jeweiliger MEMS-Spiegel mechanisch eine Auslenkbarkeit von dem Betrag nach (+/-) mindestens 10° bzw. 12° und (davon unabhängig)

- 16 -

bspw. nicht mehr als 20° bzw. 18° haben. Besonders bevorzugt können $\pm 15^\circ$ sein (mechanisch), was eine optische Auslenkung von $\pm 30^\circ$ ergibt. Der Gesamt-Winkelbereich hat bevorzugt einen Öffnungswinkel von mindestens 40° ,
5 weiter und besonders bevorzugt mindestens 45° bzw. 50° . Mögliche Obergrenzen können (davon unabhängig) bspw. bei höchstens 140° , 130° bzw. 120° liegen.

Wie erwähnt, ist ein horizontales Aneinandersetzen der Optikeinheiten bzw. Winkelbereiche bevorzugt, zusätzlich
10 oder auch alternativ ist jedoch auch ein vertikaler Aufbau möglich. Bevorzugt wird die Auflösung in vertikaler Richtung jedoch empfängerseitig realisiert, also über die raumwinkelsensitive Sensoreinheit, siehe vorne.

Das Aneinandersetzen mehrerer MEMS-Spiegel kann einer-
15 seits hinsichtlich des vergrößerten Gesamt-Winkelbereichs von Vorteil sein. In bevorzugter Ausgestaltung ist jeder Emitter- und Optikeinheit auch jeweils eine eigene Sensoreinheit zugeordnet, was dann auch hinsichtlich der Zeitauflösung von Vorteil sein bzw. den Auswerteaufwand
20 verringern kann. Es kann dann nämlich jeder Winkelbereich für sich als eigene Einheit abgetastet werden, lassen sich die Winkelbereiche untereinander also auch zeitsynchron erfassen. Geht man bspw. von drei Winkelbereichen aus, kann der Gesamt-Winkelbereich in einem Drittel der
25 Messzeit abgetastet werden, was z. B. in eine höhere Zeitauflösung oder ein verbessertes Signal/Rausch-Verhältnis umgesetzt werden kann (Mittelung einer größeren Zahl an Messungen).

Liegen die Winkelbereiche bevorzugt überlappfrei (siehe
30 vorne), ist gegebenenfalls gar keine weitergehende Syn-

chronisierung erforderlich, können also die Winkelbereiche zeitgleich jeweils für sich vermessen werden. Dabei können die MEMS-Spiegel prinzipiell auch mit unterschiedlicher Frequenz schwingen, wenngleich dieselbe Frequenz bevorzugt ist. Bevorzugt sind die MEMS-Spiegel derart aufeinander abgestimmt bzw. getaktet, dass jene Raumwinkelsegmente, die aneinandergrenzen, dabei jedoch anderen Winkelbereichen (MEMS-Spiegeln) zugeordnet sind, immer zeitversetzt abgetastet werden. Indem an diesen Nahtstellen nicht gleichzeitig gemessen wird, lässt sich einem etwaigen Übersprechen und damit unerwünschten Interferenzen vorbeugen. Bevorzugt kann insofern ein Abtasten mit derselben Frequenz bei maximalem Versatz zwischen den Raumwinkelsegmenten sein.

Die Erfindung betrifft auch die Verwendung einer vorliegend offenbarten Abstandsmesseinheit in einem Kraftfahrzeug, bspw. einem Lastkraftwagen bzw. Kraftrad, vorzugsweise in einem Personenkraftwagen. Besonders bevorzugt ist die Anwendung in einem teil- bzw. vollautonom fahrenden Fahrzeug. Im Allgemeinen ist auch eine Anwendung in einem Luft- bzw. Wasserfahrzeug denkbar, etwa einem Flugzeug, einer Drohne, einem Helikopter, Zug oder Schiff. Weitere Anwendungsbereiche können im Bereich des Indoor-Positioning liegen, also der Ortserkennung von Personen und Gegenständen innerhalb von Gebäuden; es ist auch eine Erfassung einer Pflanzenstruktur (morphologische Erkennung bei der Pflanzenaufzucht) möglich, bspw. während einer Wachstums- oder Reifephase; Anwendungen können auch im Bereich der Steuerung (Nachführung) einer Effektleuchte im Entertainmentbereich liegen, ebenso ist eine Steue-

rung (Nachführung) eines Roboterarms im Industrie- und Medizinbereich möglich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzelnen Merkmale
5 im Rahmen der nebengeordneten Ansprüche auch in anderer Kombination erfindungswesentlich sein können und auch weiterhin nicht im Einzelnen zwischen den unterschiedlichen Anspruchskategorien unterschieden wird.

Im Einzelnen zeigt

10 Figur 1 eine erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit in einem schematischen Schnitt;

Figur 2 eine Aufsichtsdarstellung zu der Abstandsmesseinheit gemäß Figur 1;

15 Figur 3 eine weitere erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit in einer schematischen Aufsicht;

Figur 4 eine weitere erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit in einer schematischen Aufsicht, wobei die Raumwinkelselektivität anders als bei der Variante gemäß Figur 3 gelöst ist;

20 Figur 5 einen schematischen Schnitt mit einer Detailansicht zu Figur 4;

Figur 6 eine weitere erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit in einem schematischen Schnitt;

Figur 7 in schematischer Darstellung die kombiniert emitter- und empfängerseitig realisierte Untergliederung eines Erfassungsfelds;

Figur 8 schematisch und in Aufsicht, wie Winkelbereiche einzelner MEMS-Spiegel zu einem Gesamt-
5 Winkelbereich kombiniert werden.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit 1 im Schnitt. Diese weist eine Emittereinheit 2, nämlich eine Laserdiode, auf, die im Betrieb Laserpulse 3 emittiert. Über eine Optikeinheit 4, vorliegend einen Mikrospiegelaktor 5 (MEMS-Spiegel) werden die Laserpulse 3
10 nacheinander in unterschiedliche Raumwinkelsegmente reflektiert, vgl. Figur 2 zur Illustration.

Die Abstandsmesseinheit 1 weist ferner eine Sensoreinheit 6 mit mehreren nebeneinander angeordneten Fotodioden 6.1-6.8 auf, vgl. Figur 2. Wird ein jeweiliger Laserpuls 3 über den Mikrospiegelaktor 5 in ein jeweiliges Raumwinkelsegment 20.1-20.3 reflektiert, können aus unterschiedlichen Bereichen des jeweiligen Emittier-
20 Raumwinkelsegments 20.1-20.3 Echopulse zurückkommen. Beim Austritt aus der Abstandsmesseinheit 1 wird der jeweilige Laserpuls 3 nämlich mit einer Linse 7, einer Lentikularlinse, aufgefächert (in der Darstellung gemäß Figur 1 in der Zeichenebene).

Der Sensoreinheit 6 ist eine Linse 8 zugeordnet, die aus unterschiedlichen Richtungen 9.1-9.3 einfallende Echopulse 10.1-10.3 auf unterschiedliche Fotodioden 6.1-6.8 führt. Aus einer jeweiligen Richtung 9.1-9.3 gelangt ein

- 20 -

jeweiliger Echopuls 10.1-10.3 zurück, wenn sich dort ein Objekt befindet, an dem ein jeweiliger Laserpuls 3 reflektiert wird. Die Linse 8 setzt dann die Raumwinkelverteilung der Echopulse 10.1-10.3 in eine Ortsverteilung um. In der Gesamtschau kann mit der raumwinkelselektiven Emission einerseits und dem senkrecht dazu raumwinkelsensitiven Empfangen andererseits ein Erfassungsfeld 11 zweidimensional abgetastet werden.

Die Emittereinheit 2, der Mikroskopspiegelaktor 5 und die Sensoreinheit 6 sind auf einem gemeinsamen Substrat 12 montiert. Die in den vorstehenden Absätzen geschilderte optische Kopplung erfordert eine exakte Positionierung dieser Bauteile 2, 4, 6 relativ zueinander, was mit der Anordnung auf dem gemeinsamen Substrat 12 erreicht werden kann.

Die Bauteile 2, 4, 6 sind auch gemeinsam gehäust, werden also seitlich und auch in einer dem Substrat 12 entgegengesetzten Richtung von einem Gehäuseelement 13 eingefasst. Die Bauteile 2, 4, 6 sind auf dem Substrat 12 montiert, daran ist das Gehäuseelement 13 angesetzt. Dieses weist oberseitig zwei Durchgangsöffnungen 14 auf, an welche die Lentikularlinse 7 und die Linse 8 der Sensoreinheit 6 gesetzt sind. Sowohl den Bauteilen 2, 4, 6 als auch den Linsen 7, 8 sind jeweils Montageanschlüsse vorgegeben, was vorliegend nicht im Einzelnen dargestellt ist.

Die Kipp- bzw. Schwingachse des Mikroskopspiegelaktors 5 liegt in Figur 1 schräg in der Zeichenebene, in der Aufsicht gemäß **Figur 2** kippt der Mikroskopspiegelaktor 5 während einer Schwingungsperiode mit seiner oberen Hälfte einmal zum Betrachter hin (und entsprechend mit der unteren

Hälfte vom Betrachter weg) und dann vom Betrachter weg (und entsprechend mit der unteren Hälfte zum Betrachter hin). Die Emission in die einzelnen Raumwinkelsegmente 20.1-20.3 erfolgt sequenziell, dabei wird für eine bestimmte, von der Reichweite abhängige Pausendauer gelauscht, ob aus dem jeweiligen Raumwinkelsegment ein Echopuls bzw. Echopulse 10.1-10.3 zurückkommen. Innerhalb eines jeweiligen emitterseitigen Raumwinkelsegments 20.1-20.3 werden die Echopulse 10.1-10.3 dann mittels der Sensoreinheit 6 raumwinkelsensitiv zugeordnet, siehe oben.

Figur 3 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Abstandsmesseinheit 1 in einer Aufsicht. Auf einem Substrat 12 sind wiederum eine Laserdiode 2 und ein Mikrospiegelaktor 5 angeordnet. Generell sind vorliegend Teile mit derselben oder vergleichbarer Funktion mit denselben Bezugszeichen versehen und wird insofern immer auch auf die Beschreibung zu den übrigen Figuren verwiesen. Die Laserdiode 2 ist auf einem Kühlkörper 22 angeordnet, vgl. auch den Schnitt gemäß Figur 6.

Auf dem Substrat 12 ist ferner eine Sensoreinheit 6 angeordnet, die aus acht Fotodioden 6.1-6.8 aufgebaut ist. Analog der Beschreibung zu den Figuren 1 und 2 werden über den Mikrospiegelaktor 5 Laserpulse in unterschiedlichen Kippstellungen in unterschiedliche Raumwinkelsegmente reflektiert (je Raumwinkelsegment mit einer hier nicht dargestellten Lentikularlinse aufgefächert). Die nach Reflexion an einem Objekt zurückkommenden Echopulse werden mittels der Sensoreinheit 6 erfasst, und zwar innerhalb eines jeweiligen emitterseitigen Raumwinkelsegments raumwinkelsensitiv (eine nicht dargestellte Linse setzt die

Raumwinkel- in eine Ortsverteilung auf den Fotodioden 6.1-6.8 um).

Auf dem Substrat 12 ist ferner ein Logikbaustein 30 angeordnet, nämlich ein ASIC. Dieser hat mehrere Eingänge 31.1-31.8, die jeweils über einen Bonddraht 32.1-32.8 mit einer jeweiligen Fotodiode 6.1-6.8 verbunden sind. In dem Logikbaustein 30 werden die analogen Eingangssignale der Fotodioden 6.1-6.8 vorverstärkt und dann mit internen A/D-Wandlern in digitale Signale umgesetzt. Ferner wird auch bereits eine gewisse Signalaufbereitung vorgenommen (z. B. Mittelung über mehrere Pulse), vgl. auch die Beschreibungseinleitung im Einzelnen. Über Ausgänge 33.1-33.8 werden die digitalen Signale dann an eine (nicht dargestellte) externe Rechneinheit weitergegeben.

Aufgrund einer Verlustleistung heizt sich der Logikbaustein 30 im Betrieb auf. Um den Logikbaustein 30 thermisch von der Sensoreinheit 6 und deren Fotodioden 6.1-6.8 zu entkoppeln, ist zwischen diesen beiden Bauteilen 6,30 eine Aussparung 35 in dem Substrat 12 vorgesehen, nämlich ein Durchgangsloch. Damit ist eine Wärmeleitung über das Substrat 12 zwischen dem Logikbaustein 30 und der Sensoreinheit 6 unterbrochen, was hinsichtlich des Betriebs der Fotodioden 6.1-6.8 von Vorteil ist (z. B. Verringerung des Eigenrauschens, vgl. auch die Beschreibungseinleitung im Detail).

Bei der Abstandsmesseinheit 1 gemäß Figur 3 ist auf dem Substrat 12 ferner eine Treibereinheit 36 angeordnet, und zwar ein Kondensator als Energiespeicher 37 und ein Transistor 38, mit dem die Ladung auf die Laserdiode 2 geschaltet werden kann. Vorliegend handelt es sich bei dem

- 23 -

Transistor 38 um einen eGaN FET-Transistor. Über eine Drain-Verbindung 39 ist dieser mit dem Energiespeicher 37 verbunden, eine Source-Verbindung 40 geht auf die Laserdiode (auf deren P-Kontakt, ihr N-Kontakt liegt auf Ground-Potenzial). Über eine Gate-Verbindung 41 steuert der Logikbaustein 30 den Transistor 38 an. All diese Bauteile sind auf dem gemeinsamen Substrat 12 angeordnet, was einen insgesamt kompakten Aufbau ergibt. Bevorzugt kann auch eine weitergehende Integration dahingehend sein, dass der Logikbaustein 30 zusätzlich den Mikrospiegelaktor 5 ansteuert, entweder direkt oder über eine zwischengeschaltete Treiberelektronik, die dann bevorzugt ebenfalls auf dem Substrat 12 angeordnet ist (diese Varianten sind nicht im Einzelnen dargestellt).

Figur 4 zeigt eine weitere Abstandsmesseinheit 1, bei welcher ein Logikbaustein 30 und eine Sensoreinheit 6 auf einem gemeinsamen Substrat 12 angeordnet sind. Im Unterschied zu der Variante gemäß Figur 3 wird die raumwinkelselektive Emission in diesem Fall nicht über einen verkippbaren Spiegel, sondern mit mehreren Laserdioden 2.1-2.8 realisiert. Deren jeweiliger Puls 3.1-3.8 wird über eine Optik 40 jeweils in ein eigenes Raumwinkelsegment 20.1-20.8 geführt (und dabei je Raumwinkelsegment nochmals mit einer Lentikularlinse aufgefächert, vgl. die vorstehende Beschreibung). Die Laserdioden 2.1-2.8 emittieren sequenziell (je Raumwinkelsegment wird für eine bestimmte Pausendauer „gelauscht“), innerhalb eines jeweiligen emitterseitigen Raumwinkelsegments 20.1-20.8 werden die zurückkommenden Echopulse dann mit der Sensoreinheit 6 raumwinkelsensitiv erfasst.

Die Laserdioden 2.1-2.8 werden analog der vorstehenden Beschreibung mit einem jeweiligen Transistor 38.1-38.8 betrieben. Deren Drain-Verbindungen 39.1-39.8 hängen gemeinsam an dem Energiespeicher 37, die Source-
5 Verbindungen 40.1-40.8 gehen auf die jeweilige Laserdiode 2.1-2.8. Für die separate und insbesondere sequenzielle Ansteuerung ist jeder Gate-Anschluss 41.1-41.8 jeweils gesondert mit dem Logikbaustein 30 verbunden.

Figur 5 illustriert in einer Detailansicht einer Anord-
10 nung gemäß Figur 4, wie die Laserstrahlung 50 durch die Optik 40 geführt wird. Die Optik 40 ist auf einem Spiegelement 51 montiert, die Laserstrahlung 50 wird an einer schrägen Spiegelfläche 51.1 nach oben reflektiert, also in Figur 4 aus der Zeichenebene heraus.

Figur 6 zeigt eine weitere erfindungsgemäße Abstandsmes-
15 seeinheit 1 in einem schematischen Schnitt, in diesem Fall wird die raumwinkelselektive Emission wieder über einen Mikrospiegelaktor 5 erreicht. Auf dem gemeinsamen Substrat 12 ist wiederum auch eine Treibereinheit 36 mit
20 Energiespeicher 37 und Transistor 38 angeordnet. Würde man in einer Aufsicht auf das Substrat 12 blicken, wäre die Ausgestaltung von Mikrospiegelaktor 5 und Sensoreinheit 6 analog jener gemäß Figur 2.

In einer alternativen Variante kann der Energiespeicher
25 37 nicht auf das Substrat 12 gesetzt sein, sondern kann er seinerseits das Substrat bilden. Der Kondensator ist in diesem Fall mit Polysilizium-Elektroden und einer Oxid- bzw. Nitridschicht zwischen dem Polysilizium strukturiert. Der Kondensator bzw. Energiespeicher dient dann
30 seinerseits als Träger für die übrigen Bauteile 5, 6, 38.

Figur 7 illustriert, wie das Erfassungsfeld 11 durch die Kombination aus raumwinkelselektiver Emission auf einer ersten Achse 71 und raumwinkelsensitives Empfangen auf einer Zweiten Achse 72 in ein zweidimensionales Gitterfeld untergliedert ist. Für jedes Feld wird ein Abstandswert ermittelt, was in der Gesamtschau eine dreidimensionale Punktwolke ergibt.

Figur 8 zeigt eine weitere Abstandsmesseinheit 1, die aus drei nebeneinander gesetzten Emitter- und Optikeinheiten 2, 4 aufgebaut ist, nämlich Mikrospiegelaktoren, wovon jeder einen Winkelbereich 80.1-80.3 aufspannt. Diese Winkelbereiche 80.1-80.3 grenzen aneinander, ein resultierender Gesamt-Winkelbereich 81 hat in etwa den dreifachen Öffnungswinkel ($3 \times 17^\circ$). Im Betrieb werden die Winkelbereiche 80.1-80.3 simultan abgetastet, wobei das Abscannen der einzelnen Raumwinkelsegmente 20 je Winkelbereich 80.1-80.3 so getaktet ist, dass immer ein maximaler Versatz besteht, also nie zwei aneinandergrenzende Raumwinkelsegmente zeitgleich abgetastet werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

	Abstandsmesseinheit	1
	Emittereinheit	2
	Laserdioden	2.1-2.8
5	Laserpulse	3.1-3.8
	Optikeinheit	4
	Mikrospiegelaktor	5
	Sensoreinheit	6
	Fotodioden	6.1-6.8
10	Linse (Optikeinheit)	7
	Linse (Sensoreinheit)	8
	Richtungen	9.1-9.3
	Echopulse	10.1-10.3
	Erfassungsfeld	11
15	Substrat	12
	Gehäuseelement	13
	Durchgangsöffnungen	14
	Linse	18
	Raumwinkelsegmente	20.1-20.8
20	Logikbaustein	30

- 27 -

	Eingänge	31.1-31.8
	Bonddraht	32.1-32.8
	Ausgänge	33.1-33.8
	Aussparung	35
5	Treibereinheit	36
	Energiespeicher	37
	Transistor	38.1-38.8
	Drain-Verbindungen	39.1-39.8
	Optik	40
10	Source-Verbindungen	40.1-40.8
	Gate- Verbindungen	41.1-41.8
	Laserstrahlung	50
	Spiegelement	51
	Spiegelfläche	51.1
15	Erste Achse	71
	Zweite Achse	72
	Winkelbereiche	80.1-80.3
	Gesamt-Winkelbereich	81

ANSPRÜCHE

1. Abstandsmesseinheit (1) zur signallaufzeitbasierten Vermessung eines Erfassungsfeldes,
5 welche folgende Bauteile aufweist:
i.) eine Emittereinheit (2) zur Emission von Laserpulsen (3.1-3.6);
ii.) eine Optikeinheit (4), um die Laserpulse (3.1-3.6) in unterschiedliche Raumwinkelsegmente
10 (20.1-20.3) zu führen;
iii.) eine Sensoreinheit (6) zum Empfangen von Echo-
pulsen (10.1-10.39) aus den Raumwinkelsegmenten (20.1-20.3);
iv.) einen Logikbaustein (30), der zum Auslesen der
15 Sensoreinheit (6) eingerichtet ist;
wobei zumindest die Bauteile gemäß den Ziffern i.) bis iii.) auf einem gemeinsamen Substrat (12) angeordnet sind.
- 20 2. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 1, bei welcher für zumindest eines der Bauteile gemäß den Ziffern i.) bis iii.) auf dem gemeinsamen Substrat (12) ein Montageanschlag vorgesehen ist.
- 25 3. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher auch der Logikbaustein (30) gemäß Ziffer iv.) auf dem gemeinsamen Substrat (12) angeordnet ist.
- 30 4. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 3, bei welcher der Logikbaustein (30) und die Sensoreinheit (6) nebeneinander auf dem gemeinsamen Substrat (12) ange-

ordnet sind, wobei das gemeinsame Substrat (12) zwischen dem Logikbaustein (30) und der Sensoreinheit (6) mit einer Aussparung (35) vorgesehen ist, vorzugsweise einem Durchgangsloch.

5

5. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 3 oder 4, bei welcher die Emittereinheit (2) und die Optikeinheit (4) auf dem Logikbaustein (30) angeordnet sind.

10 6. Abstandsmesseinheit (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher eine Treibereinheit (36) zum gepulsten Betreiben der Emittereinheit (2), die einen Energiespeicher (37) und einen Transistor (38.1-38.6) in Serienschaltung mit der Emittereinheit (2)
15 aufweist, auf dem gemeinsamen Substrat (12) angeordnet ist.

7. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 6, bei welcher zumindest der Transistor (38.1-38.6) auf dem Logik-
20 baustein (30) angeordnet ist.

8. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 6 oder 7, bei welcher der Energiespeicher (36) als Polysilizium-Kondensator in einem Silizium-Substrat strukturiert
25 ist.

9. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 8, bei welcher das Silizium-Substrat des Polysilizium-Kondensators das gemeinsame Substrat (12) bildet, auf dem zumindest die Bauteile gemäß den Ziffern i.) bis iii.)
30 angeordnet ist.

10. Abstandsmesseinheit (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher zumindest die Bauteile gemäß den Ziffern i.) bis iii.) in einem gemeinsamen Gehäuse vorgesehen sind, welches Gehäuse eine Linse (7) der Optikeinheit (4) und eine der Sensoreinheit (6) zugeordnete Linse (8) aufweist.
11. Abstandsmesseinheit (1) bei welcher die Linsen (7, 8) als gesonderte Bauteile jeweils an eine Öffnung eines Gehäuseelements (13) gesetzt sind.
12. Abstandsmesseinheit (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei welcher die Emittereinheit (2) eine Laserdiode (2.1-2.8) ist und die Optikeinheit (4) ein Mikrospiegelaktor (5) ist, an welchem die von der Laserdiode emittierten Laserpulse (3.1-3.6) stellungsabhängig in die unterschiedlichen Raumwinkelsegmente (20.1-20.3) emittiert werden.
13. Abstandsmesseinheit (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, die jeweils eine Mehrzahl Emittereinheiten (2) gemäß Ziffer i.) und eine Mehrzahl Optikeinheiten (4) gemäß Ziffer ii.) aufweist, wobei die Raumwinkelsegmente (20.1-20.3) der Optikeinheiten (4) untereinander zumindest teilweise disjunkt zueinander liegen.
14. Abstandsmesseinheit (1) nach den Ansprüchen 12 und 13, die eine Mehrzahl Mikrospiegelaktoren (5) aufweist, die jeweils für sich einen Winkelbereich (80.1-80.3) aufspannen und derart angeordnet sind, dass sie miteinander einen im Vergleich zu den ein-

zelnen Winkelbereichen (80.1-80.3) größeren Gesamt-Winkelbereich (81) aufspannen.

15. Abstandsmesseinheit (1) nach Anspruch 14, die für
5 einen Betreib derart eingerichtet ist, dass jene
Raumwinkelsegmente (20.1-20.8), die aneinandergrenzen,
dabei jedoch anderen Winkelbereichen (80.1-80.3) und damit
Mikrospiegelaktoren (5) zugeordnet sind, zeitversetzt
abgetastet werden.

10

16. Verwendung einer Abstandsmesseinheit (1) nach einem
der vorstehenden Ansprüche zur signallaufzeitbasier-
ten Abstandsmessung, insbesondere in einem Kraft-
fahrzeug.

15

1 / 5

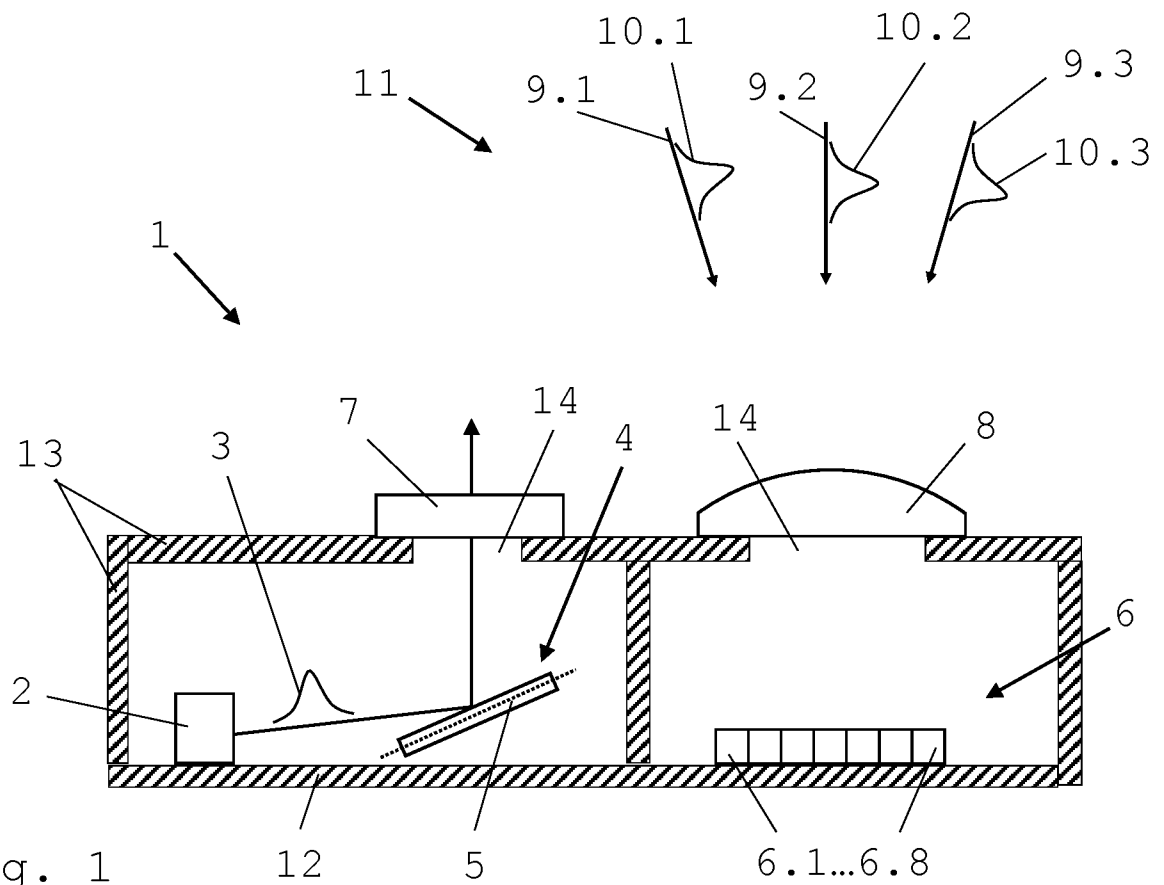


Fig. 1

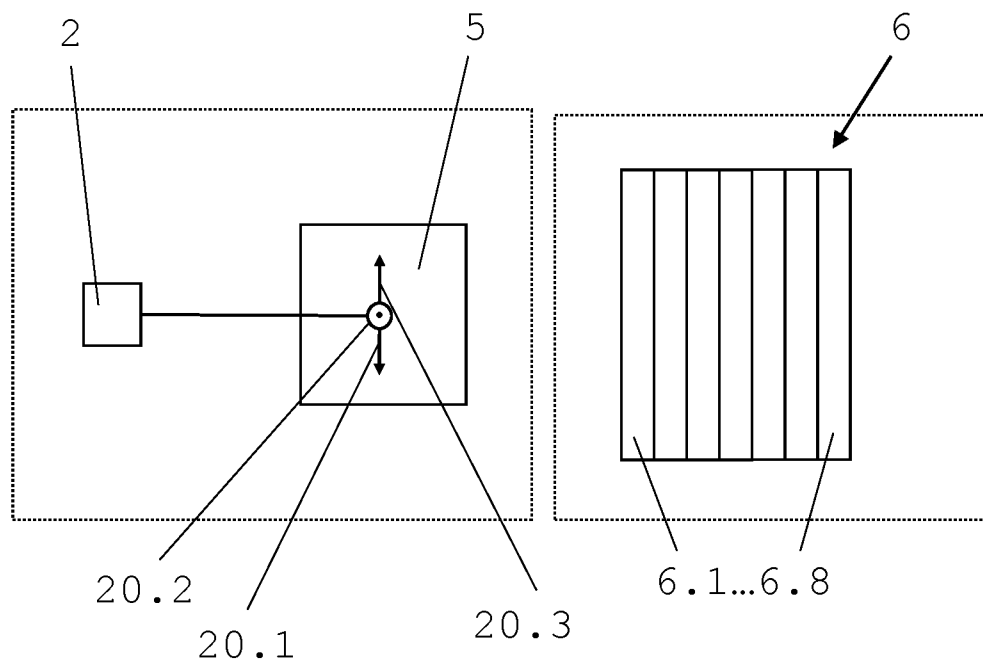


Fig. 2

2/5

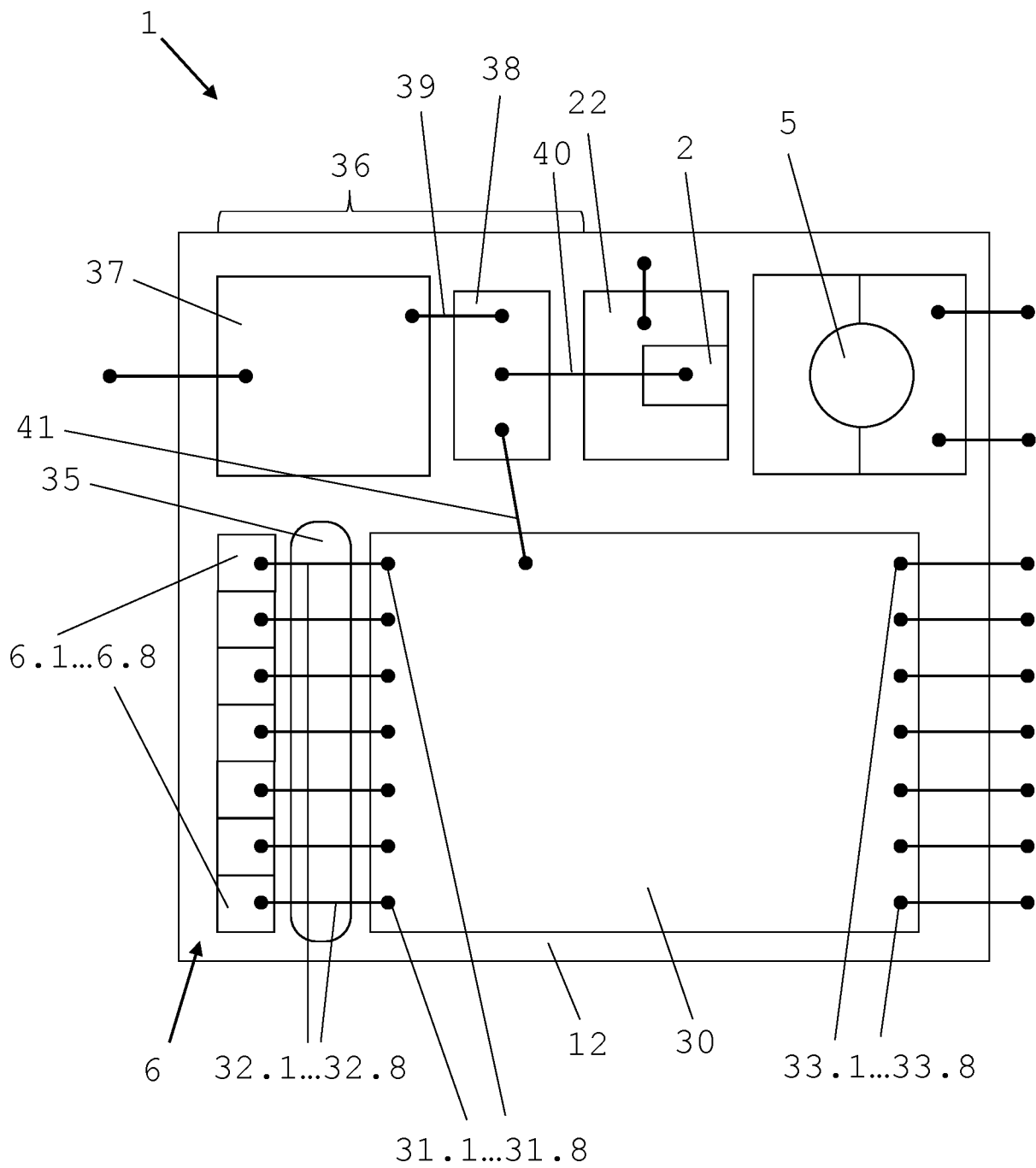


Fig. 3

3/5

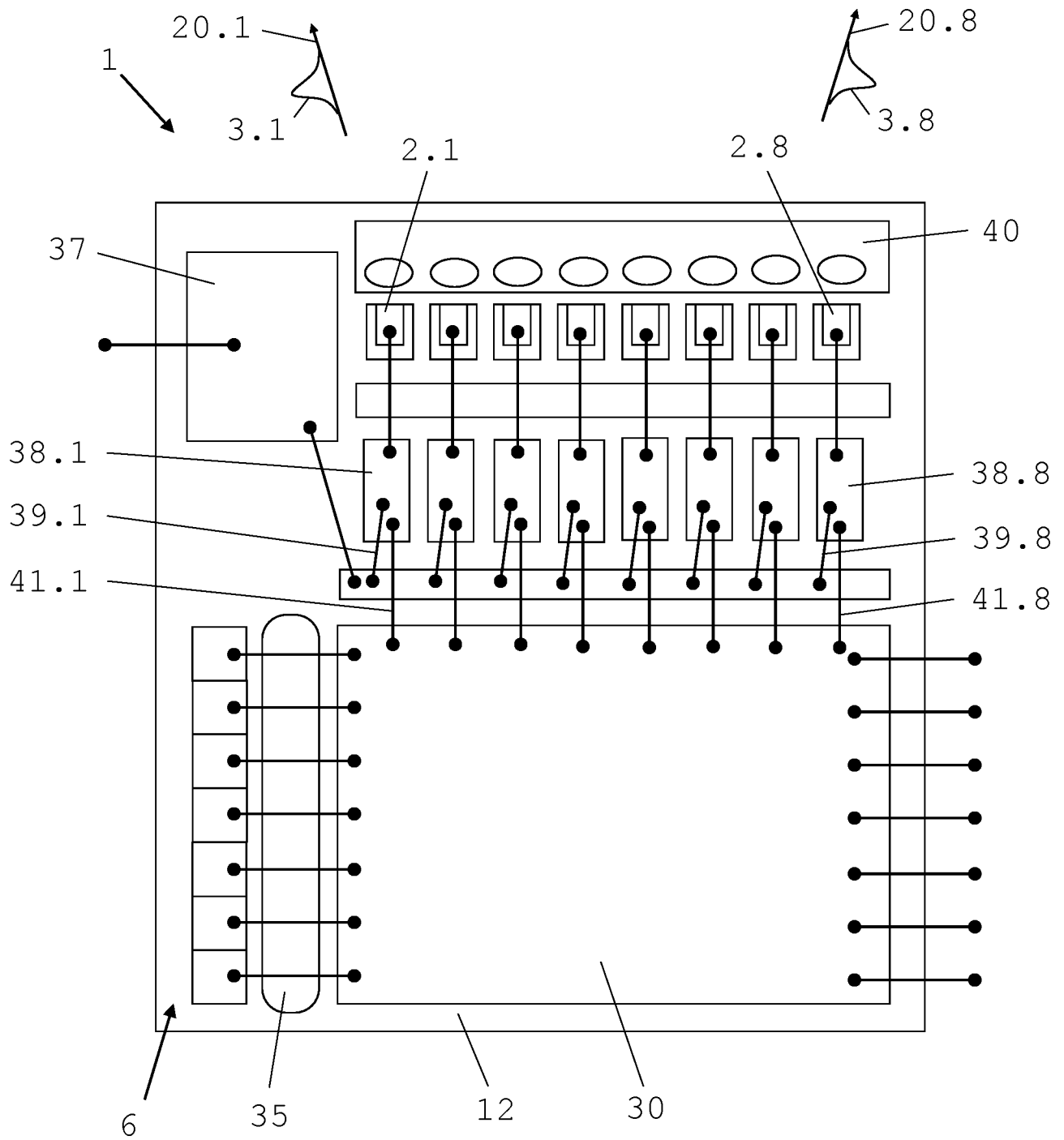


Fig. 4

4/5

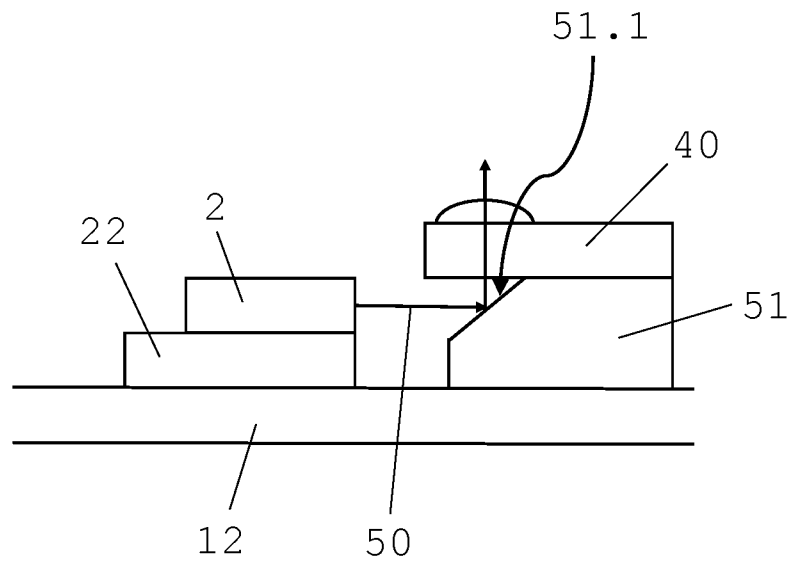


Fig. 5

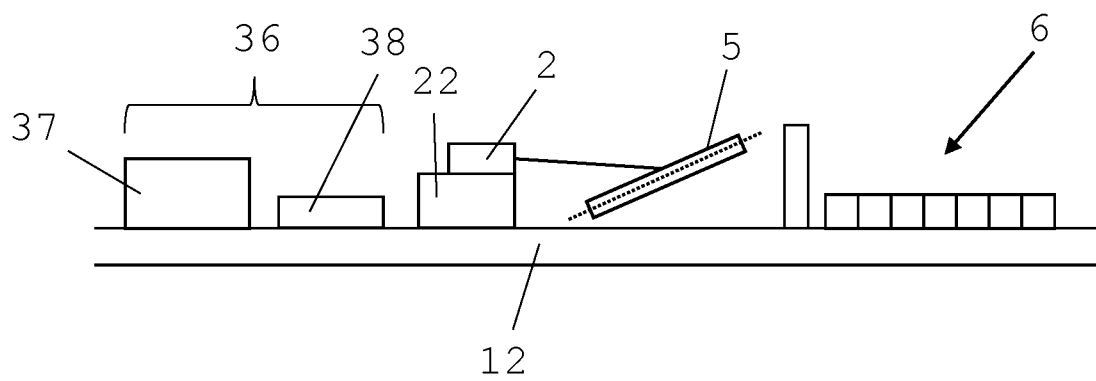


Fig. 6

5/5

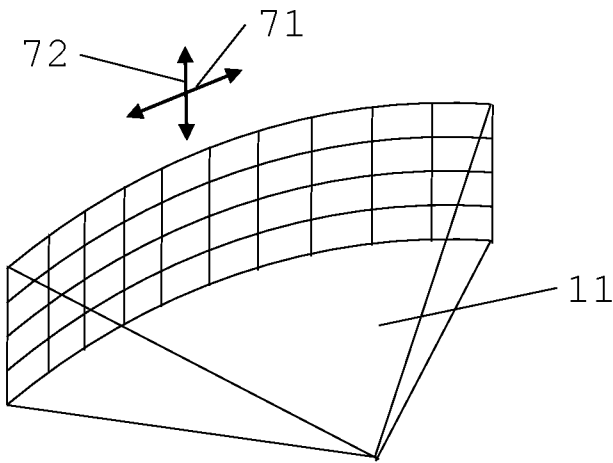


Fig. 7

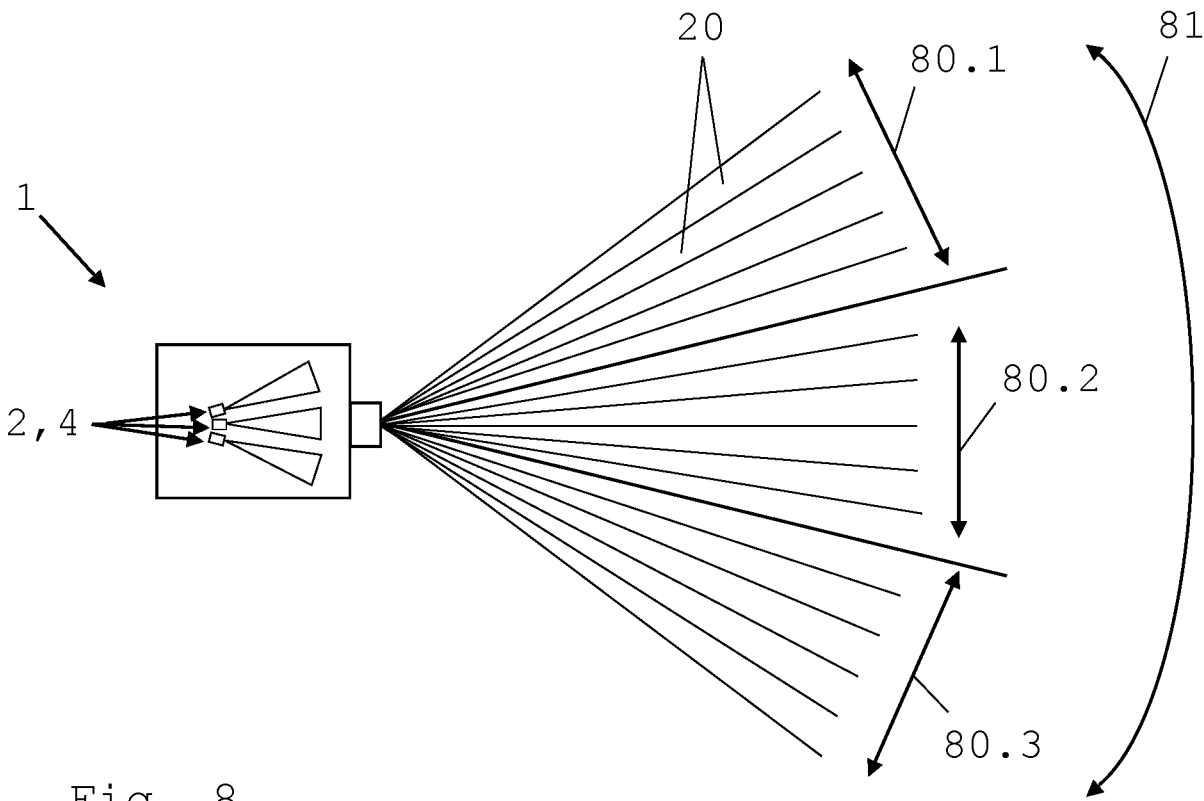


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/078472**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G01S 7/481**(2006.01)i; **G01S 17/89**(2020.01)i; **G01S 17/93**(2020.01)i; **G01S 17/931**(2020.01)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 Y	US 2014350836 A1 (STETTNER ROGER [US] ET AL) 27 November 2014 (2014-11-27) paragraphs [0037] - [0039], [0057] - [0058]; figures 5,15-17	1-3,10,11,16 4
X Y	US 2014071427 A1 (LAST MATTHEW EMANUEL [US]) 13 March 2014 (2014-03-13) paragraphs [0033], [0038] - [0041], [0043] - [0044], [0046], [0049] - [0052], [0056]; figures 1,2a,3,4a-4d	1,3,5,13,16 4
Y	US 2016306042 A1 (SCHRANK FRANZ [AT] ET AL) 20 October 2016 (2016-10-20) paragraphs [0038] - [0039], [0045], [0058]; figures 1-6	4
Y	US 6486467 B1 (SPECKBACHER PETER [DE] ET AL) 26 November 2002 (2002-11-26) figure 1	4

☐ 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

16 January 2020

Date of mailing of the international search report

19 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

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

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

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

Authorized officer

Metz, Carsten

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: 1-5, 10, 11, 13, 16

Different integration and mounting aspects of a distance measurement unit for signal propagation time-based measurement of a detection field. Problem solved by the claimed invention (see page 2, 1st paragraph): Achieving a compact structure in order to open up new possibilities of integration in applications in motor vehicles.

2. claims: 6-9

A distance measurement unit having a drive unit for pulsed operation of the emitter unit, which comprises an energy store and a transistor connected in series to said emitter unit. Problem solved by the claimed invention (see page 8, last paragraph): Shortening the switching times and increasing the slope of the laser pulses.

3. claims: 12, 14, 15

A distance measurement unit, the emitter unit of which is a laser diode and the optical unit of which is a micro-mirror actuator, at which the laser pulses emitted by the laser diode are emitted position-dependently to the different spatial angle segments. Problem solved by the claimed invention (see page 20, line 26 - page 21, line 10): Detecting a plurality of sequentially processed spatial angle segments in order to obtain an angular resolution.

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.: **1-5, 10, 11, 13, 16**

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.

PCT/EP2019/078472

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014350836	A1	27 November 2014	EP	2806288	A1	26 November 2014
				EP	3173818	A1	31 May 2017
				JP	2015007615	A	15 January 2015
				US	2014350836	A1	27 November 2014
				US	2015258990	A1	17 September 2015
				US	2018056993	A1	01 March 2018
				US	2019322272	A1	24 October 2019
US	2014071427	A1	13 March 2014	US	2014071427	A1	13 March 2014
				US	2014071431	A1	13 March 2014
US	2016306042	A1	20 October 2016	CN	105793727	A	20 July 2016
				EP	2881753	A1	10 June 2015
				JP	6466943	B2	06 February 2019
				JP	2017504959	A	09 February 2017
				US	2016306042	A1	20 October 2016
				WO	2015082549	A1	11 June 2015
US	6486467	B1	26 November 2002	AT	398763	T	15 July 2008
				DE	19859669	A1	29 June 2000
				EP	1014034	A2	28 June 2000
				JP	2000193421	A	14 July 2000
				US	6486467	B1	26 November 2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01S7/481 G01S17/89 G01S17/93 G01S17/931 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie*</th> <th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th>Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2014/350836 A1 (STETTNER ROGER [US] ET AL) 27. November 2014 (2014-11-27)</td> <td>1-3,10,11,16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Absätze [0037] - [0039], [0057] - [0058]; Abbildungen 5,15-17</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2014/071427 A1 (LAST MATTHEW EMANUEL [US]) 13. März 2014 (2014-03-13)</td> <td>1,3,5,13,16</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>Absätze [0033], [0038] - [0041], [0043] - [0044], [0046], [0049] - [0052], [0056]; Abbildungen 1,2a,3,4a-4d</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2016/306042 A1 (SCHRANK FRANZ [AT] ET AL) 20. Oktober 2016 (2016-10-20)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Absätze [0038] - [0039], [0045], [0058]; Abbildungen 1-6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6 486 467 B1 (SPECKBACHER PETER [DE] ET AL) 26. November 2002 (2002-11-26)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Abbildung 1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	X	US 2014/350836 A1 (STETTNER ROGER [US] ET AL) 27. November 2014 (2014-11-27)	1-3,10,11,16	Y	Absätze [0037] - [0039], [0057] - [0058]; Abbildungen 5,15-17	4	X	US 2014/071427 A1 (LAST MATTHEW EMANUEL [US]) 13. März 2014 (2014-03-13)	1,3,5,13,16	Y	Absätze [0033], [0038] - [0041], [0043] - [0044], [0046], [0049] - [0052], [0056]; Abbildungen 1,2a,3,4a-4d	4	Y	US 2016/306042 A1 (SCHRANK FRANZ [AT] ET AL) 20. Oktober 2016 (2016-10-20)	4		Absätze [0038] - [0039], [0045], [0058]; Abbildungen 1-6		Y	US 6 486 467 B1 (SPECKBACHER PETER [DE] ET AL) 26. November 2002 (2002-11-26)	4		Abbildung 1	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.																											
X	US 2014/350836 A1 (STETTNER ROGER [US] ET AL) 27. November 2014 (2014-11-27)	1-3,10,11,16																											
Y	Absätze [0037] - [0039], [0057] - [0058]; Abbildungen 5,15-17	4																											
X	US 2014/071427 A1 (LAST MATTHEW EMANUEL [US]) 13. März 2014 (2014-03-13)	1,3,5,13,16																											
Y	Absätze [0033], [0038] - [0041], [0043] - [0044], [0046], [0049] - [0052], [0056]; Abbildungen 1,2a,3,4a-4d	4																											
Y	US 2016/306042 A1 (SCHRANK FRANZ [AT] ET AL) 20. Oktober 2016 (2016-10-20)	4																											
	Absätze [0038] - [0039], [0045], [0058]; Abbildungen 1-6																												
Y	US 6 486 467 B1 (SPECKBACHER PETER [DE] ET AL) 26. November 2002 (2002-11-26)	4																											
	Abbildung 1																												
☐ 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																											
16. Januar 2020		19/03/2020																											
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 Metz, Carsten																											

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:
1-5, 10, 11, 13, 16

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.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

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

1. Ansprüche: 1-5, 10, 11, 13, 16

Unterschiedliche Integrations- und Montageaspekte einer Abstandsmesseinheit zur signallaufzeitbasierten Vermessung eines Erfassungsfeldes.
Gelöste Aufgabe der beanspruchten Erfindung (siehe Seite 2, 1. Absatz):
Erzielen eines kompakten Aufbaus, um neue Integrationsmöglichkeiten in Kfz-Anwendungen zu eröffnen.

2. Ansprüche: 6-9

Eine Abstandsmesseinheit mit einer Treibereinheit zum gepulsten Betreiben der Emittereinheit, die einen Energiespeicher und einen Transistor in Serienschaltung mit der Emittereinheit aufweist.
Gelöste Aufgabe der beanspruchten Erfindung (siehe Seite 8, letzter Absatz):
Verkürzung der Schaltzeiten und Erhöhen der Flankensteilheit der Laserpulse.

3. Ansprüche: 12, 14, 15

Eine Abstandsmesseinheit, deren Emittereinheit eine Laserdiode ist und deren Optikeinheit ein Mikrospiegelaktor ist, an welchem die von der Laserdiode emittierten Laserpulse stellungsabhängig in die unterschiedlichen Raumwinkelsegmente emittiert werden.
Gelöste Aufgabe der beanspruchten Erfindung (siehe Seite 20, Zeile 26-Seite 21, Zeile 10):
Erfassen mehrerer sequenziell prozessierter Raumwinkelsegmente, um eine winkelauflösung zu erzielen.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/078472

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
US 2014350836	A1	27-11-2014	EP	2806288	A1	26-11-2014
			EP	3173818	A1	31-05-2017
			JP	2015007615	A	15-01-2015
			US	2014350836	A1	27-11-2014
			US	2015258990	A1	17-09-2015
			US	2018056993	A1	01-03-2018
			US	2019322272	A1	24-10-2019

US 2014071427	A1	13-03-2014	US	2014071427	A1	13-03-2014
			US	2014071431	A1	13-03-2014

US 2016306042	A1	20-10-2016	CN	105793727	A	20-07-2016
			EP	2881753	A1	10-06-2015
			JP	6466943	B2	06-02-2019
			JP	2017504959	A	09-02-2017
			US	2016306042	A1	20-10-2016
			WO	2015082549	A1	11-06-2015

US 6486467	B1	26-11-2002	AT	398763	T	15-07-2008
			DE	19859669	A1	29-06-2000
			EP	1014034	A2	28-06-2000
			JP	2000193421	A	14-07-2000
			US	6486467	B1	26-11-2002
