(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
08. Oktober 2020 (08.10.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/200807 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 7/481 (2006.01) *G01S 17/931* (2020.01)
G01S 17/42 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/057599

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. März 2020 (19.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 108 593.4
02. April 2019 (02.04.2019) DE

(71) Anmelder: **VALEO SCHALTER UND SENSOREN GMBH** [DE/DE]; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(72) Erfinder: **NGUYEN, Ho-Hoai-Duc**; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE). **SHROFF, Spandan**; Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (DE).

(74) Anwalt: **KLUTH, Philipp**; VALEO Schalter und Sensoren GmbH, Laiernstr. 12, 74321 Bietigheim-Bissingen (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

WO 2020/200807 A1

(54) **Title:** LASER EMITTING DEVICE FOR EMITTING PULSED LASER LIGHT STRIPS

(54) **Bezeichnung:** LASERABSTRAHLVORRICHTUNG ZUR ABSTRAHLUNG VON GEPULSTEN LASERLICHTSTREIFEN

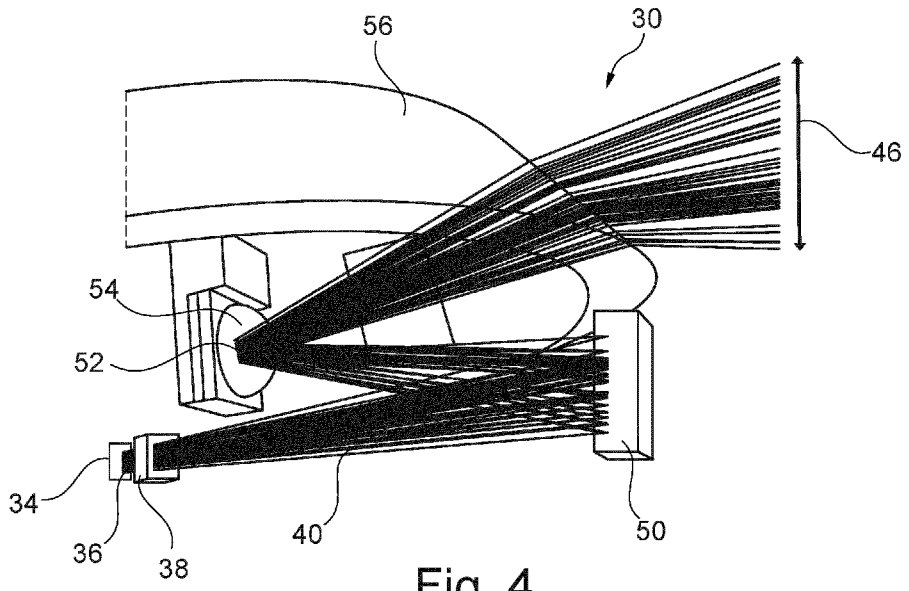


Fig. 4

(57) **Abstract:** The invention relates to a laser emitting device (30) for emitting pulsed laser light strips in a horizontal emission angular range, in particular for a LiDAR-based surroundings sensor for use in a vehicle (32), comprising a laser light source (34) for generating pulsed laser beams (36), a laser beam spreading unit (38) which spreads the pulsed laser beams (36) in the vertical direction in order to form pulsed laser light strips (40) with a specified angular spread range (α). The pulsed laser light strips (40) have an irregular intensity distribution over the length (46) of the strips with an intensity maximum (48) in the center of the angular spread range (α). The laser emitting device also comprises a deflecting mirror (52) which is designed to be pivotal about a vertical axis in order to deflect the pulsed laser light strips (40) in the horizontal angular emission range, wherein the laser emitting device (30) is designed to emit the

[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)*

pulsed laser light strips (40) such that the intensity maximum (48) lies substantially on a horizontal plane, and the laser emitting device (30) is designed to emit the pulsed laser light strips (40) with an intensity distribution which has an intensity maximum (48) that is vertically displaced from the center of the angular spread range (α). The invention additionally relates to a LiDAR-based surroundings sensor, in particular for use in a vehicle (32), comprising the aforementioned laser emitting device (30) and a receiving unit for receiving reflections of the pulsed laser light strips (40) emitted by the laser emitting device (30) in the emission range. The invention additionally relates to a method which is carried out in a corresponding manner using the laser emitting device (30).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Laserabstrahlvorrichtung (30) zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug (32), umfassend eine Laserlichtquelle (34) zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen (36), eine Laserstrahlaufspreizeinheit (38), welche die gepulsten Laserstrahlen (36) zu gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich (α) in vertikaler Richtung aufspreizt, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen (40) eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge (46) aufweisen mit einem Intensitätsmaximum (48) in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α), und einen Ablenkspiegel (52), der um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt ist, um die gepulsten Laserlichtstreifen (40) in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich abzulenken, wobei die Laserabstrahlvorrichtung (30) ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart abzustrahlen, dass das Intensitätsmaximum (48) im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt, und die Laserabstrahlvorrichtung (30) ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einer Intensitätsverteilung, deren Intensitätsmaximum (48) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist, abzustrahlen. Die Erfindung betrifft außerdem einen LiDAR-basierten Umgebungssensor, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug (32), mit einer obigen Laserabstrahlvorrichtung (30) und einer Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung (30) in dem Abstrahlbereich abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen (40). Die Erfindung betrifft weiterhin ein korrespondierend mit der Laserabstrahlvorrichtung (30) durchgeführtes Verfahren.

Laserabstrahlvorrichtung zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laserabstrahlvorrichtung zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug, umfassend eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen, eine Laserstrahlaufspreizeinheit, welche die gepulsten Laserstrahlen zu gepulsten Laserlichtstreifen mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich in vertikaler Richtung aufspreizt, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge aufweisen mit einem Intensitätsmaximum in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs, und einen Ablenkspiegel, der um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt ist, um die gepulsten Laserlichtstreifen in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich abzulenken, wobei die Laserabstrahlvorrichtung ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen derart abzustrahlen, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt,

Auch betrifft die vorliegende Erfindung einen LiDAR-basierten Umgebungssensor, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug, mit einer obigen Laserabstrahlvorrichtung, und einer Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung in dem Abstrahlbereich abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen.

Weiter betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug, umfassend die Schritte Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen, Aufspreizen der gepulsten Laserstrahlen zu gepulsten Laserlichtstreifen mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich in vertikaler Richtung, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge aufweisen mit einem Intensitätsmaximum in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs, Ablenken der gepulsten Laserlichtstreifen in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich durch Schwenken eines Ablenkspiegels um eine vertikale Achse, und Abstrahlen der gepulsten Laserlichtstreifen derart, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt.

Bei LiDAR-basierten Umgebungssensoren erfolgt eine Erfassung von Objekten in einer Umgebung nach dem sogenannten „time-of-flight" Prinzip (ToF). Dabei werden einzelne Laserpulse von einer Laserabstrahlvorrichtung abgestrahlt und Reflektionen dieser Laserpulse an den Objekten in der Umgebung werden von der Empfangseinheit empfangen und ausgewertet. Aus einer Zeitdifferenz zwischen dem Abstrahlen des Laserpulses und dem Empfang von dessen Reflektion an den Objekten in der Umgebung kann der Abstand zu dem jeweiligen Objekt erfasst werden. Zusätzlich kann eine Intensität der empfangenen Reflektionen ermittelt werden, um darüber zusätzliche Informationen über eine Beschaffenheit des Objekts zu gewinnen.

Die Laserabstrahlvorrichtung eines solchen LiDAR-basierten Umgebungssensors ist schematisch in Figur 1 dargestellt. Die Laserabstrahlvorrichtung 10 umfasst eine hier nicht dargestellte Laserlichtquelle zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen. Die gepulsten Laserstrahlen werden in einer Laserstrahlaufspreizeinheit 12 in einer vertikalen Richtung mit einem Aufspreizwinkelbereich α aufgespreizt oder aufgeweitet, so dass sie einen vertikal ausgerichteten Laserlichtstreifen 14 oder Laserbalken bilden. Zusätzlich können verschiedene optische Elemente wie Linsen und Spiegel, beispielsweise zur Kollimation des Laserstrahls oder des Laserlichtstreifens 14, im Lichtpfad des abgestrahlten Laserstrahls angeordnet sein. Der Laserlichtstreifen 14 wird auf einen beweglichen Ablenkspiegel 16 gelenkt, der um eine vertikale Achse 18 schwenkbar ist.

Bei der in Figur 1 gezeigten Laserabstrahlvorrichtung 10 weist der Laserlichtstreifen 14 beispielsweise einen Aufspreizwinkelbereich α von 26° auf, während der Ablenkspiegel 16 in einem Winkelbereich von +/- 37,5° schwenkbar ist. In Übereinstimmung mit der vertikalen Aufspreizrichtung definiert der Aufspreizwinkelbereich α somit ein in Figur 2 dargestelltes vertikales Sichtfeld 20 des LiDAR-basierten Umgebungssensors, das von der Laserabstrahlvorrichtung 10 mit den Laserlichtstreifen 14 abgedeckt wird. In Figur 1 ist das vertikale Sichtfeld 20 mit einem Winkelbereich von $+\beta^0$ bis $-\beta^0$ mit +/- 13° bezogen auf einen Mittelbereich σ^0 angegeben.

Der Aufspreizwinkelbereich α gibt eine Divergenz der gepulsten Laserlichtstreifen 14 an. Wie in den Figuren 2 und 3 dargestellt ist, ergibt sich für die gepulsten Laserlichtstreifen 14 durch das Aufspreizen eine Intensität 22 mit einer ungleichmäßigen

Intensitätsverteilung über ihre Länge 24 mit einem Intensitätsmaximum 26 in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α. Die Intensität 22 fällt von dem Intensitätsmaximum 26 zu beiden zu den Rändern $+\beta^0$ und $-\beta^0$ des Aufspreizwinkelbereichs α ab. Die Länge 24 ist hier als relative Angabe zu verstehen, da die gepulsten Laserlichtstreifen 14 mit zunehmendem Abstand von der Laserstrahlaufspreizeinheit 12 eine größere Länge 24 aufweisen.

Durch die Kombination aus den vertikalen Laserlichtstreifen 14 und der Bewegung des Ablenkspiegels 16 um die vertikale Achse 18 wird ein zweidimensionaler Abstrahlbereich abgedeckt. Insgesamt kann die Laserabstrahlvorrichtung 10 einen horizontalen Winkelbereich von 150° und einen vertikalen Winkelbereich von 26° abdecken.

Die Abstrahlung des Laserlichtstreifens 14 erfolgt typischerweise über ein hier nicht dargestelltes optisches Abstrahlelement, welches die gepulsten Laserlichtstreifen 14 derart ablenkt, dass der Mittelbereich σ^0 des vertikalen Aufspreizwinkelbereichs α mit dem Intensitätsmaximum 26 in der Horizontalen liegt. Bei einer Abstrahlung der Laserlichtstreifen 14 in einer Richtung schräg nach oben bewirkt das optische Abstrahlelement somit eine Ablenkung der gepulsten Laserlichtstreifen 14 in einer entgegengesetzten Richtung, d.h. nach unten. Das optische Abstrahlelement ist üblicherweise als Prisma ausgeführt.

Durch das optische Abstrahlelement wird also das Intensitätsmaximum 26 der gepulsten Laserlichtstreifen 14 in die Horizontale gelenkt. Damit hat der LiDAR-basierten Umgebungssensor seine größte Reichweite in der horizontalen Richtung. Der vertikale Winkelbereich von 26° erstreckt sich somit aus der horizontalen Ebene jeweils 13° nach oben und nach unten.

Der LiDAR-basierte Umgebungssensor umfasst weiterhin eine hier nicht dargestellte Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung in dem Abstrahlbereich abgestrahlten Laserpulse. Die Empfangseinheit weist eine Mehrzahl Empfangselemente für den Empfang von Licht mit der Wellenlänge der gepulsten Laserstrahlen auf, die in einem zweidimensionalen Feld matrixartig angeordnet sind. Zusätzlich kann die Empfangseinheit optische Elemente aufweisen, um die Reflektionen in geeigneter Weise auf die Empfangseinheiten zu leiten.

Dabei können einzelne, vertikale Reihen der Empfangseinheiten in Übereinstimmung mit einer Winkelposition des Laserlichtstreifens selektiv zum Empfang der Reflektionen der abgestrahlten Laserpulse aktiviert werden. In der vertikalen Richtung werden die Reflektionen in geeigneter Weise auf die Empfangseinheiten geleitet, so dass die Reflektionen einer vertikalen Winkelposition zugeordnet werden können. Aktuelle LiDAR-basierte Umgebungssensoren erreichen dabei in vertikaler Richtung eine Auflösung von beispielsweise 1,8°, was hier mit sechzehn Empfangskanälen erreicht wird. Aufgrund des Laserlichtstreifens sind beispielsweise 120 Empfangseinheiten erforderlich, um die sechzehn Empfangskanäle zu realisieren. In horizontaler Richtung sind durch die selektive Aktivierung der Empfangseinheiten Winkelauflösungen von beispielsweise 0,1° bis 0,3° möglich, wobei sich die Anzahl der Empfangseinheiten in horizontaler Richtung typischerweise aus dem horizontalen Winkelbereich des LiDAR-basierten Umgebungssensors und der Auflösung ergibt. Dies ist beispielsweise aufgrund von Überlagerungen der Reflektionen erforderlich.

Bei diesen LiDAR-basierten Umgebungssensoren gibt es verschiedene Herausforderungen. Eine Herausforderung bei aktuellen LiDAR-basierten Umgebungssensoren ist der sogenannte „Smiley"-Effekt, d.h. die Erfassung der Reflektionen in der Umgebung erfolgt mit einer Verzerrung. Dadurch kann die Erfassung in horizontaler Richtung nicht mit horizontalen Linien erfolgen, sondern die Linien sind abhängig von ihrer horizontalen Position kreisbogensegmentartig verzerrt. Dies erschwert die Auswertung der empfangenen Reflektionen und die Zuordnung der empfangenen Reflektionen der erfassten Objekte zu Positionen in der Umgebung des Fahrzeugs. Der Smiley-Effekt ergibt sich dabei bereits durch eine entsprechende Verzerrung beim Abstrahlen der gepulsten Laserlichtstreifen durch die Laserabstrahlvorrichtung.

Ausgehend von dem oben genannten Stand der Technik liegt der Erfindung somit die Aufgabe zugrunde, eine Laserabstrahlvorrichtung zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug, einen LiDAR-basierten Umgebungssensor mit einer solchen Laserabstrahlvorrichtung sowie ein Verfahren zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich anzugeben, die eine zuverlässige Erfassung der Umgebung

ermöglichen und das Auftreten des sogenannten „Smiley“-Effekts bei der Abstrahlung der Laserlichtstreifen und dem Empfang von Reflektionen der abgestrahlten Laserlichtstreifen an Objekten in der Umgebung reduzieren.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß ist somit eine Laserabstrahlvorrichtung zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug, angegeben, umfassend eine Laserlichtquelle zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen, eine Laserstrahlaufspreizeinheit, welche die gepulsten Laserstrahlen zu gepulsten Laserlichtstreifen mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich in vertikaler Richtung aufspreizt, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge aufweisen mit einem Intensitätsmaximum in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs, und einen Ablenkspiegel, der um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt ist, um die gepulsten Laserlichtstreifen in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich abzulenken, wobei die Laserabstrahlvorrichtung ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen derart abzustrahlen, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt, und wobei die Laserabstrahlvorrichtung ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen mit einer Intensitätsverteilung, deren Intensitätsmaximum aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist, abzustrahlen.

Erfindungsgemäß ist außerdem ein LiDAR-basierter Umgebungssensor, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug, mit einer obigen Laserabstrahlvorrichtung, und einer Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung in dem Abstrahlbereich abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen angegeben.

Weiter ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug angegeben, umfassend die Schritte Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen, Aufspreizen der

gepulsten Laserstrahlen zu gepulsten Laserlichtstreifen mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich in vertikaler Richtung, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge aufweisen mit einem Intensitätsmaximum in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs, Ablenken der gepulsten Laserlichtstreifen in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich durch Schwenken eines Ablenkspiegels um eine vertikale Achse, und Abstrahlen der gepulsten Laserlichtstreifen derart, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt, wobei das Verfahren einen zusätzlichen Schritt aufweist zum Verschieben der Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen, so dass deren Intensitätsmaximum aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs verschoben ist.

Grundidee der vorliegenden Erfindung ist es also, die Verwendung von gepulsten Laserlichtstreifen zur Erfassung eines Sichtfelds eines LiDAR-basierten Umgebungssensors dahingehend zu optimieren, dass die asymmetrische Intensitätsverteilung entlang der Länge der gepulsten Laserlichtstreifen verschoben wird. Damit kann der Aufspreizwinkelbereich insgesamt eine andere Ausrichtung erfahren als im Stand der Technik, da zwar weiterhin das Intensitätsmaximum in der horizontalen Ebene liegt, aber nicht die Mitte des Aufspreizwinkelbereichs, die ohne die Verschiebung das Intensitätsmaximum aufweist. Dies reduziert Verzerrungen der Laserlichtstrahlen, was insbesondere zu einer Reduktion des Smiley-Effekts führt. Der Aufspreizwinkelbereich kann insgesamt aus der horizontalen Ebene nach oben geschwenkt sein, was das Design der Laserabstrahlvorrichtung erleichtert. Die Laserabstrahlvorrichtung kann somit kompakt ausgestaltet sein. Eine Ablenkung der abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen in vertikaler Richtung kann somit entfallen oder in ihrer Stärke reduziert sein.

Auch ist es möglich, dass der Aufspreizwinkelbereich gegenüber dem Stand der Technik insgesamt reduziert wird. Im Stand der Technik wurde beispielsweise ein Winkelbereich von 13° aus der horizontalen Richtung mit der Laserabstrahlvorrichtung abgedeckt, was üblicherweise als ausreichend angesehen wird, um einen Bereich oberhalb der horizontalen Richtung zu erfassen. Bei der Verschiebung des Intensitätsmaximums verbleibt über den Winkelbereich von 13° hinaus ein Winkelbereich, der keine relevanten Informationen liefert und daher bereits heute nicht genutzt wird. Um diesen verbleibenden Winkelbereich kann somit die Aufspreizung der gepulsten Laserstrahlen reduziert werden, so dass die Intensität der gepulsten

Laserstrahlen über eine geringere Länge der gepulsten Laserlichtstreifen verteilt wird. Damit kann die Reichweite der Erfassung des LiDAR-basierten Umgebungssensors erhöht werden.

Bei einer typischen Laserabstrahlvorrichtung erfolgt die Abstrahlung der gepulsten Laserlichtstreifen schräg nach oben, so dass das Intensitätsmaximum in entgegengesetzter Richtung, d.h. nach unten, in die horizontale Ebene verschoben werden muss. Bei einer umgekehrten Anbringung der Laserabstrahlvorrichtung, beispielsweise bei einer Anbringung am Fahrzeugdach oder in einem oberen Bereich einer Windschutzscheibe, erfolgt die Abstrahlung der gepulsten Laserlichtstreifen schräg nach unten. In diesem Fall muss das Intensitätsmaximum in entgegengesetzter Richtung, d.h. nach oben, in die horizontale Ebene verschoben werden.

Durch die vertikale Verschiebung des Intensitätsmaximums ergibt sich eine asymmetrischen Intensitätsverteilung über die Länge der gepulsten Laserlichtstreifen bezogen auf eine Mitte des Aufspreizwinkelbereichs.

Die Angaben horizontal und vertikal sind bezogen auf einen montierten Zustand der Laserabstrahlvorrichtung, insbesondere in einem an dem Fahrzeug montierten Zustand. Horizontal bezieht sich dabei auf eine Ebene parallel zu einer Bodenebene im Bereich des Fahrzeugs.

Die Laserabstrahlvorrichtung wird in dem LiDAR-basierten Umgebungssensor verwendet, um einen durch die Länge der gepulsten Laserlichtstreifen und den horizontalen Abstrahlwinkelbereich definierten Erfassungsbereich, der auch als Field of View (FoV) oder Sichtfeld bezeichnet wird, abzudecken. Reflektionen der gepulsten Laserlichtstreifen an Objekten in der Umgebung werden von der Empfangseinheit des LiDAR-basierten Umgebungssensors empfangen. Abstände zu den Objekten können basierend auf einer Laufzeit von dem Aussenden der gepulsten Laserlichtstreifen bis zum Empfang der jeweiligen Reflektionen nach dem Time of Flight (ToF) – Prinzip bestimmt werden.

Der LiDAR-basierte Umgebungssensor ist zur Verwendung in einem Fahrzeug ausgeführt. Somit ist der LiDAR-basierte Umgebungssensor insgesamt möglichst kompakt ausgeführt. Der LiDAR-basierte Umgebungssensor liefert typischerweise

Sensorinformationen mit den Abständen zu den Objekten in der Umgebung und ihre Position in dem Erfassungsbereich an ein Fahrunterstützungssystem des Fahrzeugs. Das Fahrzeug kann ein prinzipiell beliebiges Fahrzeug sein. Vorzugsweise ist das Fahrzeug zum teilautonomen oder autonomen Fahren ausgeführt.

Die Laserlichtquelle erzeugt die gepulsten Laserstrahlen. Die Laserlichtquelle ist vorzugsweise ausgeführt, für den Menschen ungefährliche gepulste Laserstrahlen zu erzeugen, d.h. als ein sogenannter Klasse 1 Laser.

Die Laserstrahlaufspreizeinheit erzeugt aus den gepulsten Laserstrahlen gepulste Laserlichtstreifen. Dazu werden die gepulsten Laserstrahlen in vertikaler Richtung aufspreizt. Die gepulsten Laserlichtstreifen weisen einen vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich, der eine Divergenz der gepulsten Laserlichtstreifen angibt. Durch das Aufspreizen weisen die gepulsten Laserlichtstreifen eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge auf, wobei in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs ein Intensitätsmaximum vorliegt. Entsprechend weisen die gepulsten Laserlichtstreifen das Intensitätsmaximum in ihrer Mittelposition auf. Typischerweise fällt die Intensität von dem Intensitätsmaximum zu beiden Seiten des Aufspreizwinkelbereichs bzw. der gepulsten Laserlichtstreifen ab. Der Aufspreizwinkelbereich ist nicht als absolute Winkelangabe zu verstehen, sondern gibt lediglich ein Maß und eine Richtung für die Aufspreizung an. Die Laserstrahlaufspreizeinheit ist beispielsweise als sogenannte FAC-Linse (Fast Axis Collimator) ausgeführt.

Der Ablenkspiegel bewirkt eine Ablenkung der gepulsten Laserlichtstreifen in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich. Dazu ist der Ablenkspiegel um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt. Der Ablenkspiegel ist vorzugsweise als sogenannter MEMS-Spiegel in Mikrosystemtechnik ausgeführt. Der Ablenkspiegel ist vorzugsweise innerhalb eines halbkugelförmigen Doms angeordnet.

Die Laserabstrahlvorrichtung erzeugt die gepulsten Laserlichtstreifen mit einer Intensitätsverteilung, deren Intensitätsmaximum aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs und damit aus ihrer Mittelposition vertikal verschoben ist. Die Laserabstrahlvorrichtung ist weiter ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen derart abzustrahlen, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt. Die Ausrichtung des Aufspreizwinkelbereichs bei Abstrahlen der gepulsten

Laserlichtstreifen wird also nur abhängig von der Position des Intensitätsmaximums innerhalb des Aufspreizwinkelbereichs gewählt.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Laserabstrahlvorrichtung ein Formelement zum Formen der gepulsten Laserlichtstreifen auf, wobei das Formelement in einem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen, insbesondere zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit und dem Ablenkspiegel, angeordnet ist, und das Formelement ist derart ausgeführt und/oder angeordnet, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist. Das Formelement kann als zusätzliches Element in prinzipiell existierenden Laserabstrahlvorrichtungen ergänzt werden, um die Intensitätsverteilung des Laserlichtstreifens in einer gewünschten Weise anzupassen und das Intensitätsmaximum vertikal zu verschieben. Eine vollständige Neuentwicklung solcher Laserabstrahlvorrichtungen bzw. solcher LiDAR-basierter Umgebungssensoren kann daher vermieden werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Laserabstrahlvorrichtung ein Kollimatorelement zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen auf, wobei das Kollimatorelement in einem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit und dem Ablenkspiegel, angeordnet ist, und das Kollimatorelement ist derart ausgeführt und/oder angeordnet, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist. Es wird also ein kombiniertes optisches Element bereitgestellt, das einerseits ein Kollimieren des gepulsten Laserlichtstreifen und andererseits das Verschieben des Intensitätsmaximums der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs in vertikaler Richtung bewirkt. Somit kann die Anzahl optischer Elemente der Laserabstrahlvorrichtung gegenüber aktuellen Laserabstrahlvorrichtungen konstant gehalten werden, wodurch die Laserabstrahlvorrichtung und entsprechend der LiDAR-basierte Umgebungssensor mit kompakten Abmessungen bereitgestellt werden können. Das Kollimatorelement dient insbesondere zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen in Breite und/oder Höhe, d.h. in einer horizontalen Richtung wie auch in einer vertikalen Richtung

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist das Kollimatorelement zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen als Kollimatorspiegel ausgeführt. Entsprechende Kollimatorspiegel sind als solche bekannt und werden hier bevorzugt verwendet, um eine Umkehr des Lichtpfads und damit eine Begrenzung einer entsprechenden Baulänge der Laserabstrahlvorrichtung wie auch des LiDAR-basierten Umgebungssensors zu bewirken. Dadurch können eine kompakte Laserabstrahlvorrichtung wie auch ein kompakter LiDAR-basierten Umgebungssensor bereitgestellt werden. Die Verwendung des Kollimatorspiegel ist für das Kollimieren von Laserlichtstreifen gut geeignet. Der Kollimatorspiegel kann beispielsweise nach der Art eines SAC (slow axis collimator) ausgeführt sein.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist das Kollimatorelement eine dezentrale Anordnung bezogen auf den Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen auf und die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen ist derart geformt, dass das Intensitätsmaximum der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist. Die Formung der Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen mit der Verschiebung des Intensitätsmaximums aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs kann somit unter alleiniger Verwendung von heutzutage üblichen und verwendeten Komponenten erreicht werden. Lediglich eine geänderte Montage des Kollimatorelements ist erforderlich, wodurch die Laserabstrahlvorrichtung besonders kostengünstig bereitgestellt werden kann. Beispielsweise kann das Kollimatorelement in vertikaler Richtung eine Verdrehung gegenüber einer Anordnung im Stand der Technik, bei der das Intensitätsmaximum in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs liegt, aufweisen.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Laserabstrahlvorrichtung einen Strahlversteller auf, der derart ausgeführt und in dem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit und dem Kollimatorelement angeordnet ist, um die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist. Ein solcher Strahlversteller ist beispielsweise als sogenannter „beam shifter“ bekannt. Die Verwendung des Strahlverstellers ermöglicht es, dass beispielsweise die Anordnung von Kollimatoren in bekannten Laserabstrahlvorrichtungen nicht verändert werden müssen, um eine gewünschte Änderung der Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen zu

bewirken. Weitergehende Änderungen von bekannten Laserabstrahlvorrichtungen sind nicht erforderlich, um das Intensitätsmaximum aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs vertikal zu verschieben. Es ist lediglich erforderlich, diese bekannten Laserabstrahlvorrichtungen mit dem Strahlversteller anzupassen, um eine erfindungsgemäße Laserabstrahlvorrichtung bereitzustellen. Dadurch ist kein vollständiges Neudesign der bekannten Laserabstrahlvorrichtungen erforderlich, um eine erfindungsgemäße Laserabstrahlvorrichtung bereitzustellen. Der Strahlversteller ist ein als solches bekanntes optisches Bauteil, welches nicht weiter erläutert wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Laserstrahlaufspreizeinheit ausgeführt, die gepulsten Laserstrahlen zu gepulsten Laserlichtstreifen mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich in vertikaler Richtung von weniger als 45°, vorzugsweise weniger als 30°, besonders bevorzugt etwa 26°aufzuspreizen. Eine größere Aufspreizung ermöglicht prinzipiell eine Abdeckung eines größeren vertikalen Winkelbereichs und damit eines größeren Sichtfeldes. Allerdings geht damit eine Abnahme der Intensität des Laserlichtstreifens einher, wodurch der LiDAR-basierte Umgebungssensor an Reichweite verliert.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Laserabstrahlvorrichtung ausgeführt, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum der abgestrahlten Laserlichtstreifen aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs um wenigstens ein Viertel, vorzugsweise die Hälfte des Winkelbereichs zwischen der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs und einem entsprechenden Rand des Aufspreizwinkelbereichs vertikal verschoben ist. Je größer die Verschiebung, desto weniger ist eine Ablenkung der gepulsten Laserlichtstreifen erforderlich, um das Intensitätsmaximum in der horizontalen Ebene zu positionieren.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Laserlichtquelle als Laserdiodenstab mit einer Mehrzahl Laserdioden, die in einer vertikalen Linie zur Erzeugung eines Felds mit einer Mehrzahl gepulster Laserstrahlen angeordnet sind, ausgeführt, und die Laserstrahlaufspreizeinheit spreizt die gepulsten Laserstrahlen des Feldes mit der Mehrzahl gepulster Laserstrahlen gemeinsam in vertikaler Richtung zu den gepulsten Laserlichtstreifen auf. Der Laserdiodenstab stellt die Mehrzahl gepulster Laserstrahlen im Wesentlichen parallel und synchron bereit. Dabei sind die einzelnen Laserdioden vorzugsweise möglichst nah beieinander angeordnet, um zunächst ein kompaktes

Laserstrahlbündel bereitzustellen. Durch die Laserstrahlaufspreizeinheit wird daraus dann der Laserlichtstreifen gebildet, der zusätzlich eine gegenüber den parallelen gepulsten Laserstrahlen verbesserte Homogenität aufweist. Einzelne der parallelen Laserstrahlen sind in dem Laserlichtstreifen vorzugsweise nicht zu erkennen. Der Laserlichtstreifen ist somit von seiner Art her prinzipiell identisch für die Verwendung von Laserlichtquellen mit einer Laserdiode oder mit mehreren Laserdioden, die nach der Art des Laserdiodenstabs gemeinsam angeordnet sind. Die weiteren Ausgestaltungen der Laserabstrahlvorrichtung betreffen lediglich den Laserlichtstreifen, weshalb sich hier kein Unterschiede abhängig von der Verwendung von Laserlichtquellen mit einer Laserdiode oder mit mehreren Laserdioden nach der Art des Laserdiodenstabs ergeben.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die Laserabstrahlvorrichtung ein optisches Abstrahlelement auf, welches die gepulsten Laserlichtstreifen in vertikaler Richtung ablenkt, so dass die gepulsten Laserlichtstreifen derart abgestrahlt werden, dass das Intensitätsmaximum im Wesentlichen in der horizontalen Ebene liegt. Das optische Abstrahlelement ist typischerweise als Prisma ausgeführt. Das optische Abstrahlelement ermöglicht es, die gepulsten Laserlichtstreifen schräg ausgerichtet zu erzeugen, um sie erst später in Richtung zu der horizontalen Ebene abzulenken. Dies ermöglicht ein einfaches, kompaktes Design der Laserabstrahleinheit. Gegenüber einer Laserabstrahlvorrichtung aus dem Stand der Technik kann das optische Abstrahlelement in seiner Größe reduziert sein, da nur eine geringe Ablenkung der gepulsten Laserlichtstreifen in vertikaler Richtung erforderlich ist, um das Intensitätsmaximum in die horizontalen Ebene abzulenken.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegende Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsformen näher erläutert. Die dargestellten Merkmale können sowohl jeweils einzeln als auch in Kombination einen Aspekt der Erfindung darstellen. Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele sind übertragbar von einem Ausführungsbeispiel auf ein anderes.

Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Laserabstrahlvorrichtung eines LiDAR-basierten Umgebungssensors mit einem Ablenkspiegel, der um eine vertikale Achse schwenkbar ist,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit der Laserabstrahlvorrichtung aus Fig. 1 mit abgestrahlten, gepulsten Laserlichtstreifen, die über den Aufspreizwinkelbereich bezogen auf eine ihre Mitte einer symmetrische Intensitätsverteilung aufweisen, wobei das Intensitätsmaximum in der Horizontalen liegt,

Fig. 3 eine detailliierte Kurve der Intensitätsverteilung der abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen gemäß Fig. 2 über den Aufspreizwinkelbereich der Laserlichtstreifen,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung einer Laserabstrahlvorrichtung eines LiDAR-basierten Umgebungssensors mit einer Laserlichtquelle, einer Laserstrahlaufspreizeinheit, einem Kollimatorspiegel, einem Ablenkspiegel, und einem optischen Abstrahlelement,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs mit der Laserabstrahlvorrichtung aus Fig. 2 mit abgestrahlten, gepulsten Laserlichtstreifen, die über den Aufspreizwinkelbereich bezogen auf eine ihre Mitte einer asymmetrische Intensitätsverteilung aufweisen, wobei das Intensitätsmaximum der gepulsten Laserlichtstreifen in der Horizontalen liegt, und

Fig. 6 eine detaillierte Kurve der Intensitätsverteilung der abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen gemäß Fig. 5 über den Aufspreizwinkelbereich der Laserlichtstreifen.

Die Figur 4 zeigt eine Laserabstrahlvorrichtung 30 gemäß einer ersten, bevorzugten Ausführungsform. Die Laserabstrahlvorrichtung 30 ist für einen nicht einzeln dargestellten LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug 32, das in Figur 5 dargestellt ist, ausgeführt.

Die Laserabstrahlvorrichtung 30 umfasst eine Laserlichtquelle 34 zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen 36. Die Laserlichtquelle 34 ist vorzugsweise ausgeführt, für den Menschen ungefährliche gepulste Laserstrahlen 36 zu erzeugen, d.h. als ein sogenannter Klasse 1 Laser. Die Laserlichtquelle 34 ist dabei als Laserdiodenstab mit einer Mehrzahl Laserdioden ausgeführt, die in einer vertikalen Linie zur Erzeugung eines Felds mit einer Mehrzahl gepulster Laserstrahlen 36 angeordnet sind. Der Laserdiodenstab stellt die Mehrzahl gepulster Laserstrahlen 36 bereit, die im Wesentlichen parallel und synchron abgestrahlt werden. Dabei sind die einzelnen Laserdioden vorzugsweise möglichst nah beieinander angeordnet, um mit den Laserstrahlen 36 zunächst ein kompaktes Laserstrahlbündel zu bilden. Die Laserdioden sind in Figur 4 nicht einzeln dargestellt.

Die Laserabstrahlvorrichtung 30 umfasst weiterhin eine Laserstrahlaufspreizeinheit 38, welche die gepulsten Laserstrahlen 36 zu gepulsten Laserlichtstreifen 40 mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich α in vertikaler Richtung aufspreizt. Der Aufspreizwinkelbereich α ist nicht als absolute Winkelangabe zu verstehen, sondern gibt lediglich ein Maß und eine Richtung für die Aufspreizung an. Die Laserstrahlaufspreizeinheit 38 ist in diesem Ausführungsbeispiel als sogenannte FAC-Linse (Fast Axis Collimator) ausgeführt. Bei der in Figur 4 gezeigten Laserabstrahlvorrichtung 30 weisen die Laserlichtstreifen 40 beispielsweise einen Aufspreizwinkelbereich α von 26° auf. In Übereinstimmung mit der vertikalen Aufspreizrichtung definiert der Aufspreizwinkelbereich α somit ein in Figur 5 dargestelltes vertikales Sichtfeld 42 des LiDAR-basierten Umgebungssensors, das von der Laserabstrahlvorrichtung 30 mit den Laserlichtstreifen 40 abgedeckt wird. In Figur 5 ist das vertikale Sichtfeld 42 mit einem Winkelbereich von $+\beta^0$ bis $-\beta^0$ bezogen auf einen Mittelbereich σ^0 angegeben.

Der Aufspreizwinkelbereich α gibt eine Divergenz der gepulsten Laserlichtstreifen 40 an. Wie insbesondere in Figur 6 dargestellt ist, ergibt sich für die gepulsten Laserlichtstreifen 40 durch das Aufspreizen eine Intensität 44 mit einer ungleichmäßigen Intensitätsverteilung über ihre Länge 46 mit einem Intensitätsmaximum 48 in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α. Dies ist in den Figuren 5 und 6 durch die die durchgehende Kurve dargestellt. Die Intensität 44 fällt von dem Intensitätsmaximum 48 symmetrisch zu beiden Seiten des Aufspreizwinkelbereichs α ab. Die Länge 46 ist hier

als relative Angabe zu verstehen, da die gepulsten Laserlichtstreifen 40 mit zunehmendem Abstand von der Laserstrahlaufspreizeinheit 38 eine größere Länge 46 aufweisen.

Die Laserabstrahlvorrichtung 30 umfasst ebenfalls ein Kollimatorelement 50 zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen 40. Das Kollimatorelement 50 dient hier zunächst zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen 40 in Breite und/oder Höhe, d.h. in einer horizontalen Richtung bzw. in einer vertikalen Richtung. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Kollimatorelement 50 zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen 40 als Kollimatorspiegel ausgeführt, an dem eine Umkehr des Lichtpfads erfolgt. Der Kollimatorspiegel 38 ist vorliegend nach der Art eines SAC (Slow Axis Collimator) ausgeführt.

Die Laserabstrahlvorrichtung 30 umfasst außerdem einen Ablenkspiegel 52, der um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt ist, um die gepulsten Laserlichtstreifen 40 einer horizontalen Richtung abzulenken, wodurch sich ein horizontaler Abstrahlwinkelbereich der Laserabstrahlvorrichtung 30 ergibt. Der Ablenkspiegel 52 ist vorliegend als sogenannter MEMS-Spiegel in Mikrosystemtechnik ausgeführt. Der Ablenkspiegel 52 ist weiter bevorzugt innerhalb eines halbkugelförmigen Doms 54 angeordnet. An dem Ablenkspiegel 52 erfolgt eine erneute Umkehr des Lichtpfads der gepulsten Laserlichtstreifen 40.

In der vorliegenden Ausführungsform weist die Laserabstrahlvorrichtung 30 ein optisches Abstrahlelement 56 auf, welches die gepulsten Laserlichtstreifen 40 in vertikaler Richtung ablenkt. Das optische Abstrahlelement 56 ist hier als Prisma ausgeführt. Das optische Abstrahlelement 56 ermöglicht es, die gepulsten Laserlichtstreifen 30 in der Laserabstrahlvorrichtung 30 zunächst schräg ausgerichtet zu erzeugen, um sie erst später mit dem optischen Abstrahlelement 56 in Richtung zu einer horizontalen Ebene abzulenken.

Die Laserabstrahlvorrichtung 30 ist ausgeführt, die gepulsten Laserlichtstreifen 40 mit einer Intensitätsverteilung, deren Intensitätsmaximum 48 aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α vertikal verschoben ist, abzustrahlen. Die Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α ist durch eine in Figur 5 dargestellten Mittelbereich σ^0 definiert. Dazu weist der Kollimatorspiegel 50 eine dezentrale Anordnung bezogen auf

den Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen 40 auf. Es ergibt sich Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen 40, die insgesamt geformt ist. Die Intensitätsverteilung ist dabei so geformt, dass das Intensitätsmaximum 48 der abgestrahlten Laserlichtstreifen 40 aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α vertikal verschoben ist, wie beispielsweise in den Figuren 5 und 6 dargestellt ist. Dort ist eine Verschiebung 58 des Intensitätsmaximum 48 dargestellt, wobei die geformte Intensität 44 mit dem entsprechenden Intensitätsmaximum 48 durch die gestrichelte Kurve dargestellt ist.

Durch die vertikale Verschiebung des Intensitätsmaximums 48 ergibt sich eine asymmetrische Intensitätsverteilung über die Länge 46 der gepulsten Laserlichtstreifen 40 bezogen auf die Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α. Wie sich aus den Figuren 5 und 6 weiter ergibt, ist die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen 40 derart geformt, dass das Intensitätsmaximum 48 der abgestrahlten Laserlichtstreifen 40 aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α um mehr als die Hälfte des Winkelbereichs zwischen der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α und einem entsprechenden Rand des Aufspreizwinkelbereichs α vertikal verschoben ist.

Um die Intensitätsverteilung zu formen ist gegenüber einer Laserabstrahlvorrichtung 30 aus dem Stand der Technik lediglich eine geänderte Montage des Kollimatorspiegels 50 erforderlich. Beispielsweise kann der Kollimatorspiegel 50 in vertikaler Richtung eine Verdrehung gegenüber einer Anordnung im Stand der Technik, bei der das Intensitätsmaximum 48 in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α liegt, aufweisen.

Das Kollimatorelement 50 wird also als kombiniertes optisches Element bereitgestellt, das einerseits das Kollimieren des gepulsten Laserlichtstreifen 40 und andererseits das Verschieben des Intensitätsmaximums 48 der abgestrahlten Laserlichtstreifen 40 aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α in vertikaler Richtung bewirkt.

Wie in Figur 5 dargestellt ist, kann somit der Aufspreizwinkelbereich α insgesamt eine Ausrichtung nach oben aufweisen, d.h. der Mittelbereich σ^0 ist aus der Horizontalen verschwenkt, wobei aber trotzdem die gepulsten Laserlichtstreifen 30 derart abgestrahlt werden, dass das Intensitätsmaximum 48 im Wesentlichen in der horizontalen Ebene liegt. Die Verschiebung des Intensitätsmaximums 48 in die horizontale Ebene wird in dem gezeigten Ausführungsbeispiel durch die vertikale Verschiebung des Aufspreizwinkelbereichs α durch das optische Abstrahlelement 56 zusammen mit der

Verschiebung des Intensitätsmaximums 48 in der vertikalen Richtung durch das Kollimatorelement 50 bewirkt. In einem alternativen Ausführungsbeispiel umfasst die Laserabstrahlvorrichtung 30 kein optische Abstrahlelement 56, so dass die Verschiebung des Intensitätsmaximums 48 in die horizontale Ebene allein durch die Verschiebung des Intensitätsmaximums 48 in der vertikalen Richtung durch das Kollimatorelement 50 bewirkt wird.

Insgesamt wird von der Laserabstrahlvorrichtung 30 ein zweidimensionaler Abstrahlbereich abgedeckt, der sich durch die Ausrichtung und Länge 46 der vertikalen gepulsten Laserlichtstreifen 40 und der Bewegung des Ablenkspiegels 52 um die vertikale Achse in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich ergibt.

In einer alternativen, hier nicht dargestellten Ausführungsform weist die Laserabstrahlvorrichtung 30 einen Strahlversteller auf, der derart ausgeführt und in dem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen 40 zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit 38 und dem Kollimatorelement 50 angeordnet ist, um die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen 40 derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum 48 der abgestrahlten Laserlichtstreifen 40 aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs α vertikal verschoben ist. Ein solcher Strahlversteller ist beispielsweise als sogenannter „beam shifter“ bekannt.

Der LiDAR-basierte Umgebungssensor ist insbesondere zur Verwendung in dem Fahrzeug 32 ausgeführt. Die Laserabstrahlvorrichtung 30 wird in dem LiDAR-basierten Umgebungssensor verwendet, um einen durch die Länge 46 und Ausrichtung der gepulsten Laserlichtstreifen 40 und den horizontalen Abstrahlwinkelbereich definierten Erfassungsbereich, der auch als Field of View (FoV) oder Sichtfeld bezeichnet wird und dem Abstrahlbereich entspricht, abzudecken.

Der LiDAR-basierte Umgebungssensor umfasst neben der obigen Laserabstrahlvorrichtung 30 eine hier nicht dargestellte Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung 30 in dem Abstrahlbereich abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen 40. Der LiDAR-basierte Umgebungssensor liefert typischerweise Sensorinformationen mit Abständen zu Objekten in einer Umgebung des Fahrzeugs 32 und ihre Position in einem Erfassungsbereich an ein Fahrunterstützungssystem des Fahrzeugs 32. Die Abstände zu den Objekten können

basierend auf einer Laufzeit von dem Aussenden der gepulsten Laserlichtstreifen 40 bis zum Empfang der jeweiligen Reflektionen nach dem Time of Flight (ToF) – Prinzip bestimmt werden.

Das Fahrzeug 32 kann ein prinzipiell beliebiges Fahrzeug 32 sein. Vorzugsweise ist das Fahrzeug 32 zum teilautonomen oder autonomen Fahren ausgeführt.

In der obigen Beschreibung sind die Angaben horizontal und vertikal bezogen auf einen montierten Zustand der Laserabstrahlvorrichtung 30, insbesondere in einem an dem Fahrzeug 32 montierten Zustand. Horizontal bezieht sich dabei auf eine Ebene parallel zu einer Bodenebene im Bereich des Fahrzeugs 32.

Bezugszeichenliste

10	Laserabstrahlvorrichtung (Stand der Technik)
12	Laserstrahlaufspreizeinheit (Stand der Technik)
14	Laserlichtstreifen (Stand der Technik)
16	Ablenkspiegel (Stand der Technik)
18	vertikale Achse (Stand der Technik)
20	Fahrzeug (Stand der Technik)
22	Intensität (Stand der Technik)
24	vertikales Sichtfeld (Stand der Technik)
26	Intensitätsmaximum (Stand der Technik)
30	Laserabstrahlvorrichtung
32	Fahrzeug
34	Laserlichtquelle
36	Laserstrahl
38	Laserstrahlaufspreizeinheit
40	Laserlichtstreifen
42	vertikales Sichtfeld
44	Intensität
46	Länge
48	Intensitätsmaximum
50	Kollimatorelement, Kollimatorspiegel
52	Ablenkspiegel
54	Dom
56	optisches Abstrahlelement
58	Verschiebung
α	Aufspreizwinkelbereich
$+\beta^0/-\beta^0$	Winkelbereich
σ^0	Mittelbereich

Patentansprüche

1. Laserabstrahlvorrichtung (30) zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug (32), umfassend

eine Laserlichtquelle (34) zur Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen (36),

eine Laserstrahlaufspreizeinheit (38), welche die gepulsten Laserstrahlen (36) zu gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich (α) in vertikaler Richtung aufspreizt, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen (40) eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge (46) aufweisen mit einem Intensitätsmaximum (48) in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α), und

einen Ablenkspiegel (52), der um eine vertikale Achse schwenkbar ausgeführt ist, um die gepulsten Laserlichtstreifen (40) in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich abzulenken, wobei

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart abzustrahlen, dass das Intensitätsmaximum (48) im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ausgeführt ist, die gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einer Intensitätsverteilung, deren Intensitätsmaximum (48) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist, abzustrahlen.

2. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ein Formelement zum Formen der gepulsten Laserlichtstreifen (40) aufweist, wobei

das Formelement in einem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen (40), insbesondere zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit (38) und dem Ablenkspiegel (52), angeordnet ist, und

das Formelement derart ausgeführt und/oder angeordnet ist, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart zu formen, dass

das Intensitätsmaximum (48) der abgestrahlten Laserlichtstreifen (40) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.

3. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ein Kollimatorelement (50) zum Kollimieren der gepulsten Laserlichtstreifen (40) aufweist, wobei

das Kollimatorelement (50) in einem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen (40) zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit (38) und dem Ablenkspiegel (52) angeordnet ist, und

das Kollimatorelement (50) derart ausgeführt und/oder angeordnet ist, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum (48) der abgestrahlten Laserlichtstreifen (40) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.

4. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kollimatorelement (50) zum Kolllimieren der gepulsten Laserlichtstreifen (40) als Kollimatorspiegel (50) ausgeführt ist.

5. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kollimatorelement (50) eine dezentrale Anordnung bezogen auf den Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen (40) aufweist und die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart formt, dass das Intensitätsmaximum (48) der abgestrahlten Laserlichtstreifen (40) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.

6. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) einen Strahlversteller aufweist, der derart ausgeführt und in dem Lichtpfad der gepulsten Laserlichtstreifen (40) zwischen der Laserstrahlaufspreizeinheit (38) und dem Kollimatorelement (50) angeordnet ist, um die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart zu

formen, dass das Intensitätsmaximum (48) der abgestrahlten Laserlichtstreifen (40) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.

7. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserstrahlaufspreizeinheit (38) ausgeführt ist, die gepulsten Laserstrahlen (36) zu gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich (α) in vertikaler Richtung von weniger als 45°, vorzugsweise weniger als 30°, besonders bevorzugt etwa 26°aufzuspreizen.

8. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ausgeführt ist, die Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart zu formen, dass das Intensitätsmaximum (48) der abgestrahlten Laserlichtstreifen (40) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) um wenigstens ein Viertel, vorzugsweise die Hälfte, des Winkelbereichs zwischen der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) und einem entsprechenden Rand des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.

9. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserlichtquelle (32) als Laserdiodenstab mit einer Mehrzahl Laserdioden, die in einer vertikalen Linie zur Erzeugung eines Felds mit einer Mehrzahl gepulster Laserstrahlen (36) angeordnet sind, ausgeführt ist, und

die Laserstrahlaufspreizeinheit (38) die gepulsten Laserstrahlen (36) des Feldes mit einer Mehrzahl gepulster Laserstrahlen (36) gemeinsam in vertikaler Richtung zu den gepulsten Laserlichtstreifen (40) aufspreizt.

10. Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Laserabstrahlvorrichtung (30) ein optisches Abstrahlelement (56) aufweist, welches die gepulsten Laserlichtstreifen (40) in vertikaler Richtung ablenkt, so dass die gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart abgestrahlt werden,

dass das Intensitätsmaximum (48) im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt.

11. LiDAR-basierter Umgebungssensor, insbesondere zur Verwendung in einem Fahrzeug (32), mit

einer Laserabstrahlvorrichtung (30) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und

einer Empfangseinheit zum Empfang von Reflektionen der von der Laserabstrahlvorrichtung (30) in dem Abstrahlbereich abgestrahlten gepulsten Laserlichtstreifen (40).

12. Verfahren zur Abstrahlung von gepulsten Laserlichtstreifen (40) in einem horizontalen Abstrahlwinkelbereich, insbesondere für einen LiDAR-basierten Umgebungssensor zur Verwendung in einem Fahrzeug (32), umfassend die Schritte

Erzeugung von gepulsten Laserstrahlen (36),

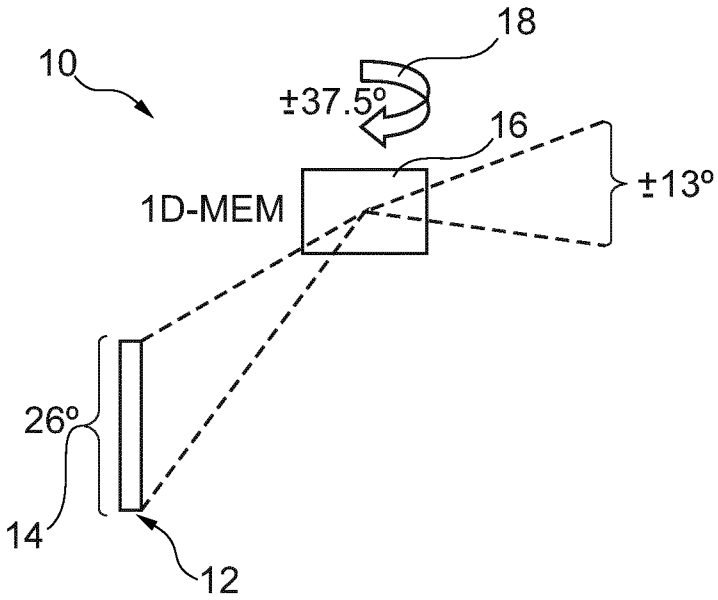
Aufspreizen der gepulsten Laserstrahlen (36) zu gepulsten Laserlichtstreifen (40) mit einem vorgegebenen Aufspreizwinkelbereich (α) in vertikaler Richtung, wobei die gepulsten Laserlichtstreifen (40) eine ungleichmäßige Intensitätsverteilung über ihre Länge (46) aufweisen mit einem Intensitätsmaximum (48) in der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α),

Ablenken der gepulsten Laserlichtstreifen (40) in dem horizontalen Abstrahlwinkelbereich durch Schwenken eines Ablenkspiegels (34) um eine vertikale Achse (38), und

Abstrahlen der gepulsten Laserlichtstreifen (40) derart, dass das Intensitätsmaximum (48) im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene liegt,

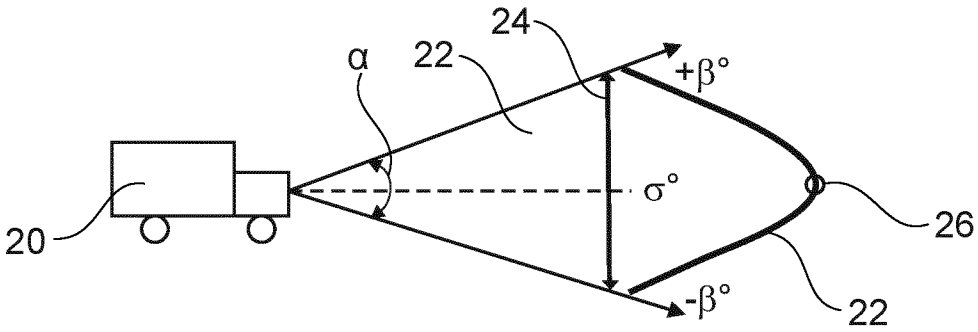
dadurch gekennzeichnet, dass

das Verfahren einen zusätzlichen Schritt aufweist zum Verschieben der Intensitätsverteilung der gepulsten Laserlichtstreifen (40), so dass deren Intensitätsmaximum (48) aus der Mitte des Aufspreizwinkelbereichs (α) vertikal verschoben ist.



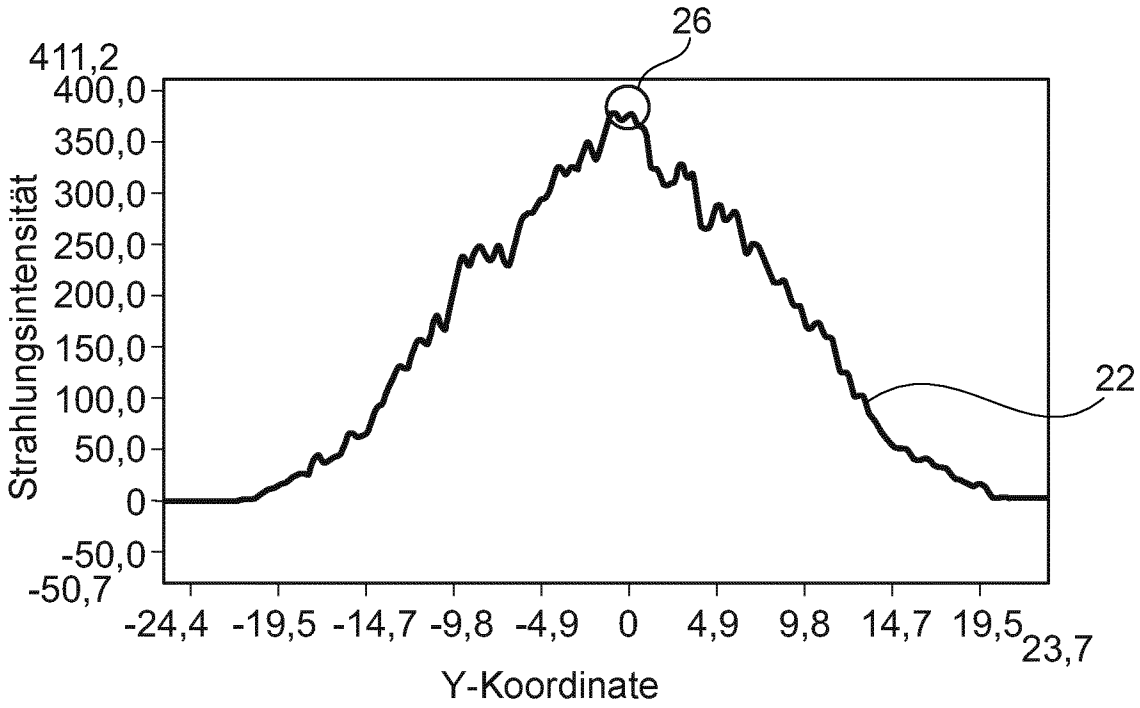
(Stand der Technik)

Fig. 1



(Stand der Technik)

Fig. 2



(Stand der Technik)

Fig. 3

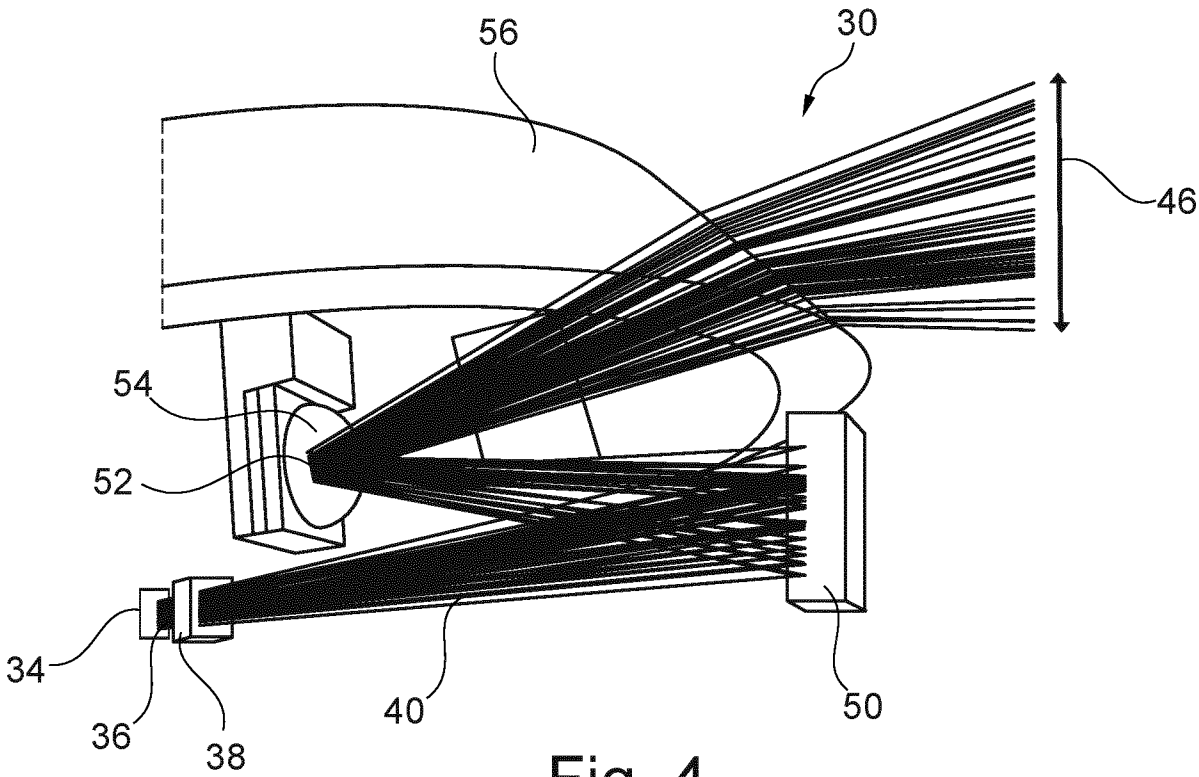


Fig. 4

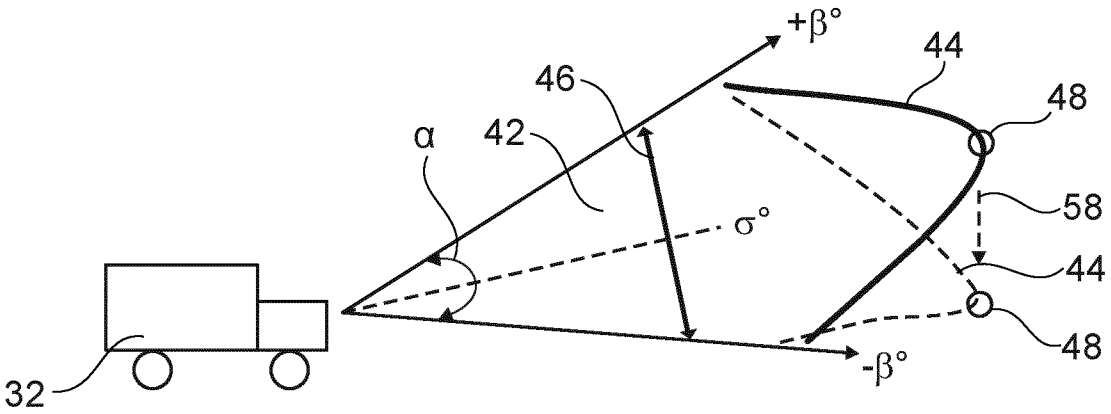

+β°
44
46
48
α
42
58
σ°
44
48
-β°
32

Fig. 5

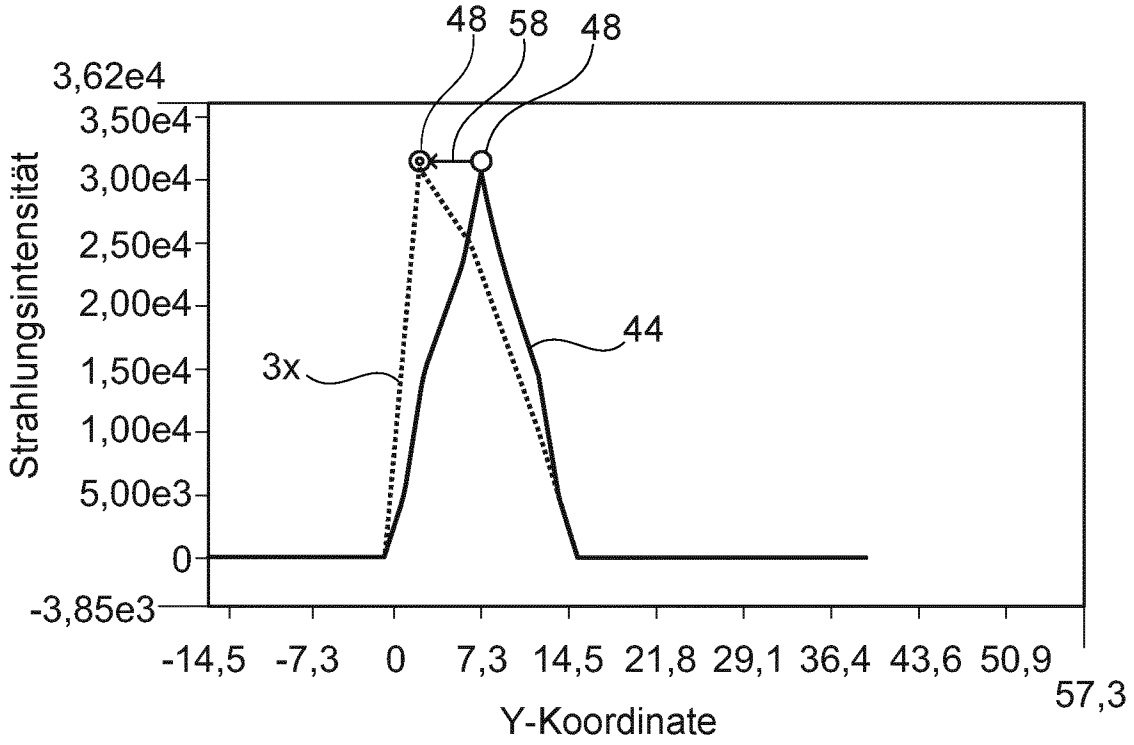

48
58
48
3,62e4
3,50e4
3,00e4
2,50e4
2,00e4
1,50e4
1,00e4
5,00e3
0
-3,85e3
Strahlungsintensität
3x
44
-14,5
-7,3
0
7,3
14,5
21,8
29,1
36,4
43,6
50,9
57,3
Y-Koordinate

Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/057599

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/481(2006.01)i; ***G01S 17/42***(2006.01)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, COMPENDEX, 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	EP 2362237 A1 (TNO [NL]) 31 August 2011 (2011-08-31)	1-8,10-12
Y	paragraphs [0001], [0012] - [0023], [0036]; figures 1,2,4	9
Y	EP 3267227 A1 (RICOH CO LTD [JP]) 10 January 2018 (2018-01-10)	9
	paragraphs [0013] - [0017], [0025] - [0029], [0102]; figures 2,7,16	

☐ 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
19 June 2020	**29 June 2020**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/057599

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 2362237 A1	31 August 2011	EP 2362237 A1	31 August 2011
		EP 2539735 A1	02 January 2013
		WO 2011105904 A1	01 September 2011
EP 3267227 A1	10 January 2018	EP 3267227 A1	10 January 2018
		JP 2018004426 A	11 January 2018
		US 2018003821 A1	04 January 2018

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/057599

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01S7/481 G01S17/42 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, COMPENDEX, 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 Y	EP 2 362 237 A1 (TNO [NL]) 31. August 2011 (2011-08-31) Absätze [0001], [0012] - [0023], [0036]; Abbildungen 1,2,4 -----	1-8, 10-12 9
Y	EP 3 267 227 A1 (RICOH CO LTD [JP]) 10. Januar 2018 (2018-01-10) Absätze [0013] - [0017], [0025] - [0029], [0102]; Abbildungen 2,7,16 -----	9

☐ 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
19. Juni 2020	29/06/2020

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	Grübl, Alexander

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/057599

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2362237 A1	31-08-2011	EP 2362237 A1	31-08-2011
		EP 2539735 A1	02-01-2013
		WO 2011105904 A1	01-09-2011
EP 3267227 A1	10-01-2018	EP 3267227 A1	10-01-2018
		JP 2018004426 A	11-01-2018
		US 2018003821 A1	04-01-2018