



(10) **DE 10 2017 211 817 A1** 2019.01.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 211 817.2**

(22) Anmeldetag: **11.07.2017**

(43) Offenlegungstag: **17.01.2019**

(51) Int Cl.: **G01S 7/484 (2006.01)**

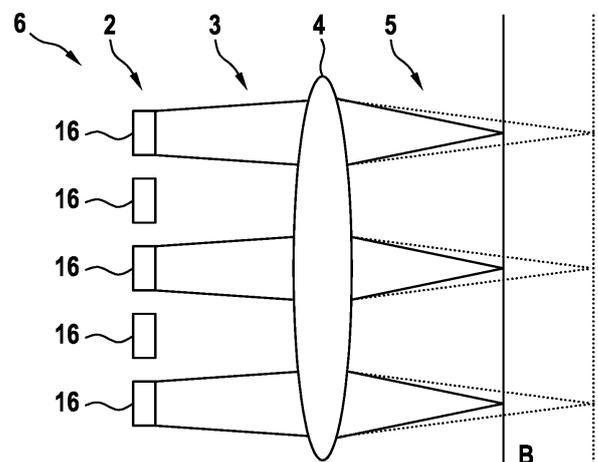
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Buettner, Axel, 70197 Stuttgart, DE; Frederiksen,
Annette, 71272 Renningen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **LIDAR-Vorrichtung zum situationsabhängigen Abtasten von Raumwinkeln**

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine LIDAR-Vorrichtung zum Abtasten von Raumwinkeln mit mindestens einem Strahl, mit mindestens einer horizontal rotierbar angeordneten Strahlenquelle zum Erzeugen von mindestens einem Strahl, mit mindestens einer Erzeugungsoptik zum Formen des mindestens einen erzeugten Strahls, mit einer horizontal rotierbaren Empfangsoptik zum Empfangen von mindestens einem an einem Objekt reflektierten Strahls und zum Ablenken des mindestens einen reflektierten Strahls auf einen Detektor, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl variabel formbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine LIDAR (light detection and ranging)-Vorrichtung zum Abtasten von Raumwinkeln mit mindestens einem Strahl, mit mindestens einer horizontal rotierbar angeordneten Strahlenquelle zum Erzeugen von mindestens einem Strahl, mit mindestens einer Erzeugungsoptik zum Formen des mindestens einen erzeugten Strahls, mit einer horizontal rotierbaren Empfangsoptik zum Empfangen von mindestens einem an einem Objekt reflektierten Strahls und zum Ablenken des mindestens einen reflektierten Strahl auf einen Detektor.

Stand der Technik

[0002] Übliche LIDAR-Vorrichtungen basieren auf unterschiedlichen Konzepten. Einerseits können sogenannte Microscanner und andererseits Macroscanner zum Einsatz kommen. Bei Macroscannern können eine Sendeeinheit und eine Empfangseinheit auf einem Rotor angeordnet sein und gemeinsam um eine Rotationsachse rotieren oder schwenken. Es kann dadurch beispielsweise ein horizontaler Abtastwinkel von 360° belichtet und abgetastet werden.

[0003] Aus der Druckschrift DE 10 2006 049 935 A1 ist beispielsweise eine LIDAR-Vorrichtung bzw. ein Macroscanner bekannt, welcher einen fokussierten Einzelstrahl zum Abtasten eines Abtastbereiches nutzt und reflektierte Strahlen im Rahmen einer Signalverarbeitung bewertet und ausgewertet.

[0004] Derartige LIDAR-Vorrichtungen weisen üblicherweise eine begrenzte vertikale Auflösung und einen relativ geringen vertikalen Abtastwinkel auf, die nicht situationsabhängig verändert werden können.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe kann darin gesehen werden, eine LIDAR-Vorrichtung zu schaffen, die situationsabhängig eine Belichtung von Raumwinkeln anpassen kann.

[0006] Diese Aufgabe wird mittels des jeweiligen Gegenstands der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von jeweils abhängigen Unteransprüchen.

[0007] Nach einem Aspekt der Erfindung wird eine LIDAR-Vorrichtung zum Abtasten von Raumwinkeln mit mindestens einem Strahl bereitgestellt. Die LIDAR-Vorrichtung weist mindestens eine horizontal rotierbar angeordnete Strahlenquelle zum Erzeugen von mindestens einem Strahl auf. Eine Erzeugungsoptik dient zum Formen des mindestens einen erzeugten Strahls. Die Erzeugungsoptik kann aus mehreren optischen Elementen, wie beispielsweise Linsen, diffraktiven optischen Elementen, holografi-

schen optischen Elementen und dergleichen, bestehen. Des Weiteren weist die LIDAR-Vorrichtung eine horizontal rotierbare Empfangsoptik auf, welche mindestens einen an einem Objekt reflektierten Strahl empfängt und auf einen Detektor lenkt.

[0008] Die Strahlenquelle kann zusammen mit der Erzeugungsoptik oder einem Teil der Erzeugungsoptik eine Sendeeinheit bilden. Die Strahlenquelle kann beispielsweise ein Infrarothalbleiterlaser, ein Laserbarren und dergleichen sein. Die Strahlenquelle kann somit elektromagnetische Strahlen kontinuierlich oder gepulst erzeugen.

[0009] Eine Empfangseinheit besteht aus einer Empfangsoptik und dem Detektor. Der Detektor kann beispielsweise ein Spaltendetektor sein, der in Detektorpixel unterteilt ist. Der Detektor kann ein Einzelphoton-Avalanche-Dioden Detektor (engl. Single Photon Avalanche Diode bzw. SPAD) sein. Der SPAD-Detektor kann durch eine hohe Empfindlichkeit eine hohe Auflösung bei geringem Nutzlicht unter Anwendung einer zeitkorrelierten Einzelphotonenzählung (timecorrelated single photon counting, TCSPC) ermöglichen. Hierdurch kann eine vertikale Auflösung der LIDAR-Vorrichtung detektorseitig verbessert werden.

[0010] Die Sendeeinheit und die Empfangseinheit können synchron zueinander horizontal rotieren und somit einen horizontalen Abtastwinkel belichten und detektieren. Die Sendeeinheit und die Empfangseinheit können zeitlich sowohl parallel als auch seriell betrieben werden. Beispielsweise können die Sendeeinheit und die Empfangseinheit nebeneinander rotierbar angeordnet sein oder entlang einer Rotationsachse axial untereinander angeordnet sein.

[0011] Die Sendeeinheit kann einen oder mehrere vertikal übereinander verlaufende Strahlen erzeugen, die einen vertikalen Abtastwinkel definieren und belichten. Eine vertikale Auflösung der LIDAR-Vorrichtung kann anschließend durch den Spaltendetektor realisiert werden.

[0012] Die Erzeugungsoptik dient zum Formen des mindestens einen erzeugten Strahls und weist mindestens eine veränderbare Linse auf, welche den mindestens einen erzeugten Strahl anpassen bzw. verändern kann. Durch eine derart variable Erzeugungsoptik kann beispielsweise ein Fokus und/oder eine Ablenkrichtung sendeseitig verändert werden. Die Erzeugungsoptik kann sowohl als Ganzes mit der Strahlenquelle rotierbar, als auch teilweise rotierbar und teilweise stationär angeordnet sein. Somit können von der Strahlenquelle erzeugte Strahlen derart beeinflusst und variierbar geformt werden, dass die LIDAR-Vorrichtung optimal an bestimmte Umgebungen, Geschwindigkeiten, Ausrichtungen und dergleichen angepasst werden kann. Bei einer derar-

tigen LIDAR-Vorrichtung kann beispielsweise situationsabhängig die vertikale Auflösung und/oder die Reichweite variiert werden. Es kann beispielsweise ein vertikaler Abtastwinkel durch stärkere Fokussierung verringert und die Reichweite eines Abtastbereiches erhöht werden. Andererseits kann ein vertikaler Abtastwinkel vergrößert werden bei gleichzeitig geringerer Reichweite oder es kann ein vertikaler Abtastwinkel axial verschoben bzw. versetzt werden. Somit können beispielsweise bei einem Fahrzeug die Flankenbereiche durch die LIDAR-Vorrichtung mit einer geringeren Auflösung durch den Detektor und mit einem größeren vertikalen Abtastwinkel abgetastet werden. Bei dem Detektor kann hierzu beispielsweise jedes zweite oder jedes dritte Detektorpixel zum Auswerten genutzt werden. In Fahrtrichtung kann dagegen eine hohe Reichweite bei einem geringen vertikalen Abtastwinkel sinnvoll und realisierbar sein. Die Belichtung der LIDAR-Vorrichtung kann situationsabhängig variiert werden. Beispielsweise kann die Belichtung an eine Bergauffahrt, Bergabfahrt, Landstraßenfahrt, Autobahnfahrt, Stadtfahrt und dergleichen angepasst werden. Die Erzeugungsoptik kann auch aus mehreren veränderbaren und unveränderbaren Linsen und/oder optischen Elementen bestehen.

[0013] Des Weiteren kann die LIDAR-Vorrichtung ein Umschalten zwischen unterschiedlichen Belichtungszuständen, wie beispielsweise zu einem größeren vertikalen Abtastwinkel für eine großflächige Abdeckung einer nahen Umgebung, ermöglichen und so zu einer Lokalisierung im komplexen Umfeldern genutzt werden. Als eine variierbare Linse bzw. eine adaptive Optik können beispielsweise veränderbare Linsen auf Basis von elektroaktiven Polymeren verwendet werden.

[0014] Nach einem Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung weist die Strahlenquelle Einzelemittler auf und erzeugt mindestens zwei vertikal zueinander winkelvesetzte oder ortsversetzte Strahlen. Die Strahlenquelle kann beispielsweise ein Laserbarren mit einer Vielzahl an Einzelemittlern sein. Jeder Emittler kann somit mindestens einen elektromagnetischen Strahl erzeugen. Alternativ können beispielsweise mehrere Halbleiterlaser nebeneinander angeordnet sein. Insbesondere bei einer reihenförmigen Anordnung der Emittler kann die Strahlenquelle eine pixelweise bzw. punktförmige oder eine linienförmige vertikale Ausleuchtung des Abtastbereiches realisieren. So kann der vertikale Abtastwinkel teilweise oder vollständig durch die erzeugten Strahlen belichtet werden.

[0015] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist der mindestens eine Strahl radial variabel fokussierbar. Die veränderliche Linse der Erzeugungsoptik kann ihre Brennweite verändern und somit mindestens einen erzeugten Strahl in einer Brennebene beispielsweise punktförmig fokussieren.

Der radiale Abstand der Brennebene von der LIDAR-Vorrichtung kann durch die veränderbare Linse beeinflusst und eingestellt werden.

[0016] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist der mindestens eine Strahl axial variabel fokussierbar. Die veränderbare Linse kann insbesondere in ihrer Form verändert werden. Hierdurch kann der mindestens eine erzeugte Strahl axial abgelenkt bzw. versetzt werden. So kann beispielsweise ein vertikaler Abtastwinkel realisiert werden, der höher oder tiefer verläuft. Hierdurch kann beispielsweise bei einer automobilen Anwendung der LIDAR-Vorrichtung bei einer Bergfahrt eine Höhe und eine Position des vertikalen Abtastbereiches aktiv verändert werden.

[0017] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist der mindestens eine Strahl zeitabhängig variabel formbar. Mit Hilfe der mindestens einen veränderbaren Linse kann der mindestens eine erzeugte Strahl derart sendeseitig verändert werden, dass beispielsweise bei jeder zweiten Umdrehung der Sendeeinheit die erzeugten Strahlen verändert werden oder eine Umschaltung zwischen zwei oder mehr definierten Belichtungsmodi stattfindet. Alternativ oder zusätzlich kann eine Anpassung der erzeugten Strahlen auch innerhalb einer Umdrehung der Sendeeinheit erfolgen.

[0018] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist der mindestens eine Strahl abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle variabel formbar. Hierdurch kann der mindestens eine erzeugte Strahl innerhalb einer Umdrehung bzw. Rotation der Sendeeinheit mindestens einmal angepasst oder variiert werden. So kann beispielsweise eine auf einem Fahrzeugdach angeordnete LIDAR-Vorrichtung bei einer Rotationsposition in Richtung einer Fahrzeugfront während einer Fahrt die erzeugten Strahlen möglichst weit von der LIDAR-Vorrichtung entfernt fokussieren und somit eine maximale Reichweite der Belichtung ermöglichen. An den Fahrzeugflanken können die erzeugten Strahlen einen möglichst großen vertikalen Abtastwinkel aufweisen bei einer verhältnismäßig kleinen Reichweite der LIDAR-Vorrichtung. Während eines Einparkvorganges können die erzeugten Strahlen entlang der gesamten Umdrehung der Sendeeinheit auf eine geringe Reichweite beschränkt sein. So kann ein horizontaler Abtastwinkel von 360° in mehrere Winkelabschnitte unterteilt werden. Innerhalb der jeweiligen Winkelabschnitte kann der mindestens eine erzeugte Strahl somit konstant sein oder variiert bzw. verändert werden.

[0019] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung erzeugt die Strahlenquelle zeitabhängig mindestens einen winkelvesetzten oder ortsversetzten Strahl. Alternativ oder zusätzlich

zu einer Steuerung der Auflösung durch den Detektor, indem eine begrenzte Anzahl an Detektorpixeln zum weiteren Auswerten verwendet wird, kann eine Belichtung durch die Strahlenquelle angepasst werden. Es können beispielsweise alle Emittier der Strahlenquelle aktiviert sein oder nur ein definierter Teil aller Emittier. Alternativ kann auch jeder zweite oder dritte Emittier der Strahlenquelle aktiviert werden. Bei Anwendungen mit maximal notwendiger Reichweite können alle Emittier aktiviert werden. Bei Anwendungen mit einer geringeren Anforderung an eine maximale Entfernung kann eine Intensität der Belichtung durch weniger aktive Emittier reduziert werden. Hierdurch kann beispielsweise verhindert werden, dass der Detektor bei belichteten Objekten in einem Nahbereich eine Sättigung oder Überbelichtung erfährt.

[0020] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung erzeugt die Strahlenquelle abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle mindestens einen winkerversetzten oder ortsversetzten Strahl. Die Anpassung der Strahlenleistung durch ein Zuschalten oder Abschalten von Emittieren der Strahlenquelle kann zeitabhängig oder basierend auf einer Rotationsposition der Strahlenquelle bzw. der Sendeeinheit realisiert werden. Der horizontale Abtastwinkel kann hierdurch in mehrere Winkelbereiche mit unterschiedlichen Funktionen unterteilt werden. Dies ermöglicht beispielsweise eine umfassendere Messung einer fahrzeugnahen Umgebung, welche für verschiedene Funktionen einer Umfelderkennung für automatisiertes Fahren benötigt werden kann. Es kann hierdurch beispielsweise eine Erkennung einer Fahrbahnbegrenzung optimiert oder eine befahrbare Fläche besser abgeschätzt werden. So kann eine Lokalisierung der LIDAR-Vorrichtung auch in komplexen Umgebungen ermöglicht werden, da die LIDAR-Vorrichtung bestimmte unerkannte oder fehlerhaft erkannte Bereiche des Umfeldes mehrmals mit unterschiedlich geformten Strahlen abtasten kann, um mehr Informationen über einen Raumwinkel zu erlangen.

[0021] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung weist die Erzeugungsoptik mindestens ein passives optisches Element auf. Neben unveränderbaren Linsen kann die Erzeugungsoptik optische Elemente aufweisen, die nicht rotierbar angeordnet sind. Diese optischen Elemente können andere Linsen, Filter, diffraktive optische Elemente, wie beispielsweise volumenholografische optische Elemente und dergleichen sein. Die optischen Elemente können beispielsweise an einem Gehäuse der LIDAR-Vorrichtung angeordnet sein. Innerhalb einer gesamten oder teilweisen horizontalen Abtastbereiches und/oder vertikalen Abtastwinkels ist somit mindestens ein optisches Element in einem Strahlenpfad des erzeugten Strahls angeordnet und kann somit den mindestens einen erzeugten Strahl formen, bevor der mindestens eine erzeugte Strahl in den ab-

zutastenden Raumwinkel emittiert wird. Ein derartiges passives optisches Element ist Teil der Erzeugungsoptik und kann beispielsweise in Form einer Folie ausgeführt sein, die umfangseitig stationär um die Sendeeinheit angeordnet ist. Hierdurch können unterschiedliche Bereiche des abzutastenden Raumwinkels angepasst belichtet und abgetastet werden. Eine aktive Steuerung kann hierbei entfallen und somit eine derartige LIDAR-Vorrichtung technisch vereinfachen.

[0022] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist der mindestens eine Strahl durch das mindestens eine passive optische Element abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle formbar ist. Hierbei kann vorzugsweise die Sendeeinheit axial auf einer anderen Ebene angeordnet sein als die Empfangseinheit. Somit kann die Sendeeinheit zumindest teilweise entlang ihrer horizontalen Rotation mindestens einen erzeugten Strahl durch mindestens ein passives optisches Element leiten. Die passiven optischen Elemente können durchgehend oder nur innerhalb bestimmter Rotationspositionen angeordnet sein. Die passiven optischen Elemente können beispielsweise auf eine Innenseite eines Emissionsfensters der LIDAR-Vorrichtung aufklammert oder geklebt sein. Die passiven optischen Elemente können räumlich voneinander getrennt sein oder nahtlos bzw. graduell ineinander übergehen.

[0023] Gemäß einem weiteren vorteilhaften Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung ist das mindestens eine passive optische Element ein holografisches optisches Element. Die passiven optischen Elemente sind vorteilhafterweise als holografische optische Elemente ausgeführt. Insbesondere können die holografischen optischen Elemente Volumenhologramme sein. Im Gegensatz zu konventionellen Optiken kann bei holographisch optischen Elementen, welche als Volumenhologramme realisiert sind, die Strahlumlenkung nicht durch Brechung vorgegeben werden, sondern durch Beugung am Volumengitter. Die holographisch optischen Elemente lassen sich sowohl in Transmission als auch in Reflexion fertigen und ermöglichen eine freie Wahl von Einfallswinkel und Ausfallswinkel bzw. Beugungswinkeln. Um ein holografisches optisches Element zu erzeugen kann ein holografisches Material auf einer Trägerfolie aufgebracht und anschließend in einem Aufnahmeprozess belichtet werden, damit die optische Funktion in das Material eingebracht wird. Dieses Belichtungsverfahren kann analog beispielsweise pixelweise gedruckt werden. Durch eine Volumenbeugung an dem Volumenhologramm weist das holographisch optische Element zusätzlich eine charakteristische Wellenlängen- und Winkelselektivität oder auch eine Filterfunktion auf.

[0024] Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der LIDAR-Vorrichtung weist die Erzeugungsoptik

mindestens eine veränderbare Optik auf. Die veränderbare bzw. adaptive Optik kann insbesondere eine Flüssiglinse sein und einen Teil der Erzeugungsoptik darstellen. Derartige Linsen können ihre Brennweite abhängig von einer angelegten Spannung variieren. Diese Funktion kann beispielsweise auf dem Prinzip der Elektrobenetzung basieren. Mit einer Flüssiglinse ist nicht nur eine unterschiedliche Fokussierung möglich sondern auch eine Strahlablenkung bzw. ein Strahlenversetz in vertikaler bzw. axialer Richtung oder in horizontaler Richtung.

[0025] Im Folgenden werden anhand von stark vereinfachten schematischen Darstellungen bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer LIDAR-Vorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2a eine schematische Darstellung einer Sendeeinheit einer LIDAR-Vorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2b eine schematische Darstellung einer Sendeeinheit einer LIDAR-Vorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3a eine schematische Darstellung einer LIDAR-Vorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel und

Fig. 3b eine schematische Draufsicht auf ein passives optisches Element der LIDAR-Vorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel.

[0026] In den Figuren weisen dieselben konstruktiven Elemente jeweils dieselben Bezugsziffern auf.

[0027] Die **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung einer LIDAR-Vorrichtung **1** gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Die LIDAR-Vorrichtung **1** weist eine Strahlenquelle **2** auf. Die Strahlenquelle **2** kann gemäß dem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein Halbleiterlaser **2** sein, der Laserstrahlen **3** erzeugen kann. Die erzeugten Strahlen **3** können anschließend von einer Erzeugungsoptik **4** geformt bzw. angepasst werden. Die geformten Strahlen **5** werden anschließend von der LIDAR-Vorrichtung **1** in Richtung eines Raumwinkels **A** emittiert. Die Erzeugungsoptik **4** ist eine Flüssiglinse **4**, die über nicht dargestellte elektrische Anbindungen mit elektrischer Spannung versorgt werden kann und somit ihre optischen Eigenschaften spannungsabhängig ändern kann. Die Strahlenquelle **2** und die Erzeugungsoptik bilden zusammen eine Sendeeinheit **6**.

[0028] Sofern sich Objekte **8** in dem Raumwinkel **A** befinden, können die geformten Strahlen **5** an den Objekten **8** reflektiert oder gestreut werden. Die gestreuten bzw. reflektierten Strahlen **7** können von einer Empfangsoptik **10** empfangen und auf einen De-

tektor **12** gelenkt werden. Der Detektor **12** ist ein Spaltendetektor, der aus einer Vielzahl an Detektorpixeln besteht, die in einer Reihe angeordnet sind und eine vertikale Auflösung der LIDAR-Vorrichtung **1** definieren. Der Detektor **12** und die Empfangsoptik **10** bilden hier eine Empfangseinheit **14** der LIDAR-Vorrichtung **1**.

[0029] Die Sendeeinheit **6** und die Empfangseinheit **14** sind horizontal um eine Rotationsachse **R** um 360° rotierbar und sind axial übereinander angeordnet.

[0030] In den **Fig. 2a** und **Fig. 2b** sind schematische Darstellungen von Sendeeinheiten **6** einer LIDAR-Vorrichtung **1** gemäß einem zweiten und einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt. Die Strahlenquellen **2** sind hier jeweils als Laserbarren **2** mit jeweils fünf Einzelemittlern **16** ausgeführt. Dargestellt ist ein Einsatz der Strahlenquelle **2** mit einer reduzierten Anzahl an aktivierten Emittlern **16**. Gemäß dem Ausführungsbeispiel sind drei von den fünf Einzelemittlern **16** der Strahlenquelle **2** aktiviert und erzeugen somit Strahlen **3**. Die erzeugten Strahlen **3** werden von der Flüssiglinse **4** variiert bzw. angepasst. Die geformten Strahlen **5** weisen eine gemeinsame Brennebene **B** auf und sind in der Brennebene **B** beispielsweise punktförmig ausgeführt. Die jeweiligen erzeugten Strahlen **3** können durch die Erzeugungsoptik **4** auch zu einem in der Brennebene **B** linienförmigen Strahl vereinigt werden. Die Erzeugungsoptik **4** bzw. die mindestens eine Flüssiglinse **4** der Erzeugungsoptik kann die erzeugten Strahlen **3** abhängig von einer anliegenden Spannung unterschiedlich stark bündeln, sodass die Brennebene **B** der geformten Strahlen **5** verschoben werden kann. Alternativ oder zusätzlich können die geformten Strahlen **5** abhängig von einer weiteren anliegenden Spannung in einer vertikalen bzw. axialen oder horizontalen Richtung abgelenkt werden und somit ihre Fokuspunkte innerhalb der Brennebene **B** örtlich versetzen. Die gestrichelten Strahlengänge verdeutlichen die Effekte der Flüssiglinse **4** auf die erzeugten Strahlen **3**.

[0031] Die **Fig. 3a** zeigt eine schematische Darstellung einer LIDAR-Vorrichtung **1** gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel. Im Unterschied zu der LIDAR-Vorrichtung **1** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel weist die LIDAR-Vorrichtung **1** hier eine Erzeugungsoptik **4** mit einem passiven optischen Element **18** auf. Die Erzeugungsoptik **4** kann hierbei veränderliche Linsen **4** als auch unveränderliche Linsen aufweisen. Das passive optische Element **18** ist hier ein Volumenhologramm **18**, welches als eine Folie ausgeführt ist. Die Folie ist umfangsseitig stationär um die rotierbare Sendeeinheit **6** herum angeordnet. Während einer Rotation der Sendeeinheit **6** um die Rotationsachse **R** werden somit alle Bereiche der Folie nacheinander belichtet. Die unterschiedlichen Bereiche der Folie bestehen aus unterschiedlichen Volumenhologrammen **18**, welche unterschied-

liche oder gleiche optische Funktionen aufweisen. Die **Fig. 3b** zeigt eine derartige Folie in einem ausgebreiteten Zustand. Es wird ein Winkelbereich von 0° bis 360° mit unterschiedlichen rechteckigen Volumen hologrammen **18** der Folie gezeigt. Erzeugte Strahlen **3** werden somit nach einem Formen durch die Linse **4** abhängig von einer horizontalen Rotationsposition der Sendeeinheit **6** durch die jeweiligen Volumen hologramme **18** zusätzlich geformt oder gefiltert.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102006049935 A1 [0003]

Patentansprüche

1. LIDAR-Vorrichtung (1) zum Abtasten von Raumwinkeln (A) mit mindestens einem Strahl (5), mit mindestens einer horizontal rotierbar angeordneten Strahlenquelle (2) zum Erzeugen von mindestens einem Strahl (3), mit mindestens einer Erzeugungsoptik (4) zum Formen des mindestens einen erzeugten Strahls (3), mit einer horizontal rotierbaren Empfangsoptik (10) zum Empfangen von mindestens einem an einem Objekt (8) reflektierten Strahls (7) und zum Ablenken des mindestens einen reflektierten Strahls (7) auf einen Detektor (12), **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine erzeugte Strahl (3) variabel formbar ist.

2. LIDAR-Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Strahlenquelle (2) Einzelemitter (16) aufweist und mindestens zwei vertikal zueinander winkelseitig oder ortsversetzte Strahlen (3) erzeugt.

3. LIDAR-Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl (3) radial variabel fokussierbar ist.

4. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl (3) axial variabel fokussierbar ist.

5. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl (3) zeitabhängig variabel formbar ist.

6. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl (3) abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle (2) variabel formbar ist.

7. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Strahlenquelle (2, 16) zeitabhängig mindestens einen winkelseitigen oder ortsversetzten Strahl (3) erzeugt.

8. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Strahlenquelle (2, 16) abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle (2) mindestens einen winkelseitigen oder ortsversetzten Strahl (3) erzeugt.

9. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Erzeugungsoptik (4) mindestens ein passives optisches Element (18) aufweist.

10. LIDAR-Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei der mindestens eine erzeugte Strahl (3) durch das mindestens eine passive optische Element (18) abhängig von einer Rotationsposition der Strahlenquelle (2) formbar ist.

11. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 10, wobei das mindestens eine passive optische Element (18) ein holografisches optisches Element (18) ist.

12. LIDAR-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Erzeugungsoptik (4) mindestens eine veränderbare Optik (4) aufweist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

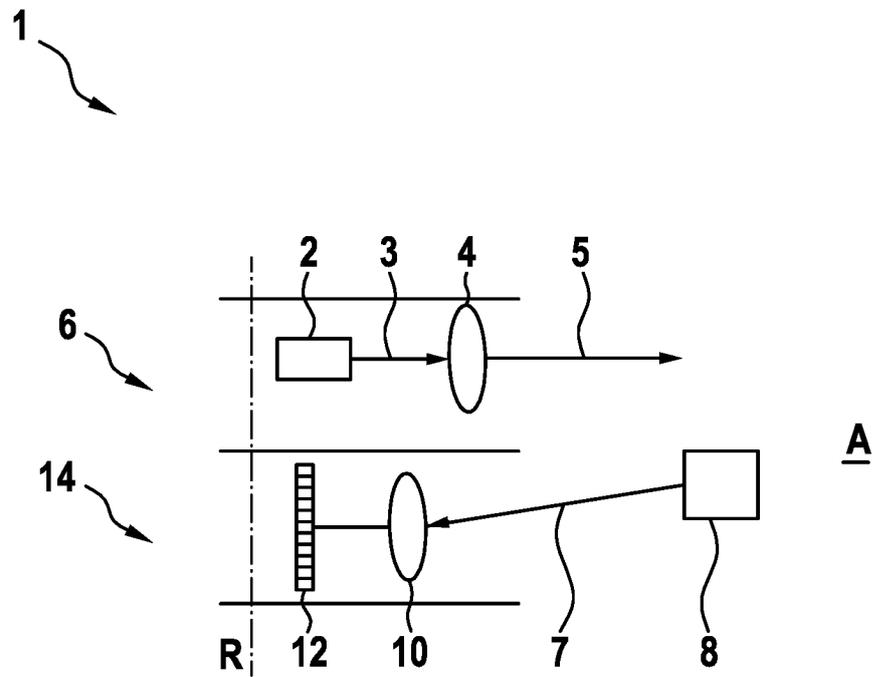


Fig. 2a

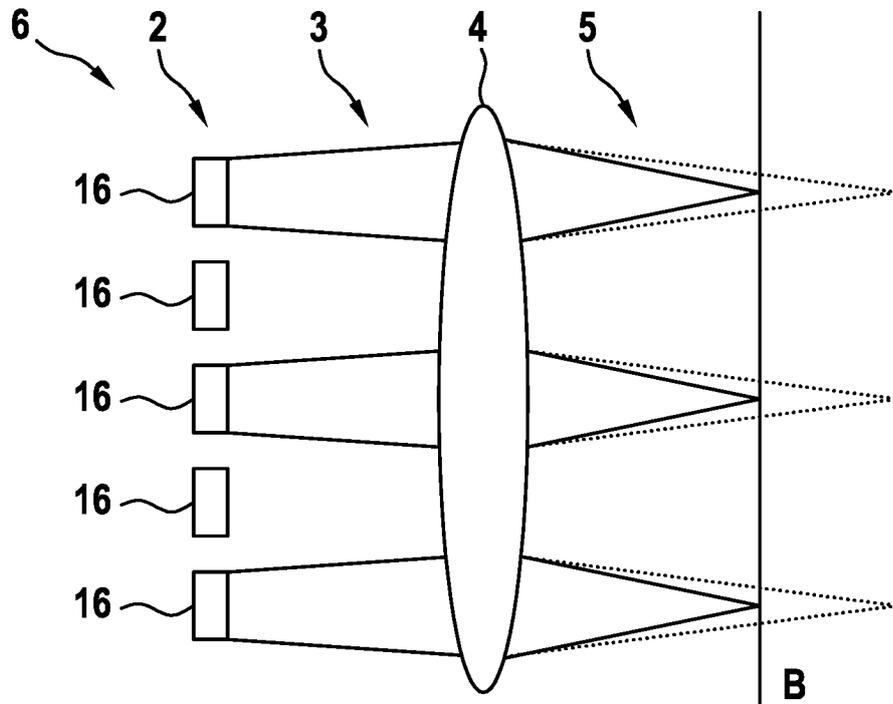


Fig. 2b

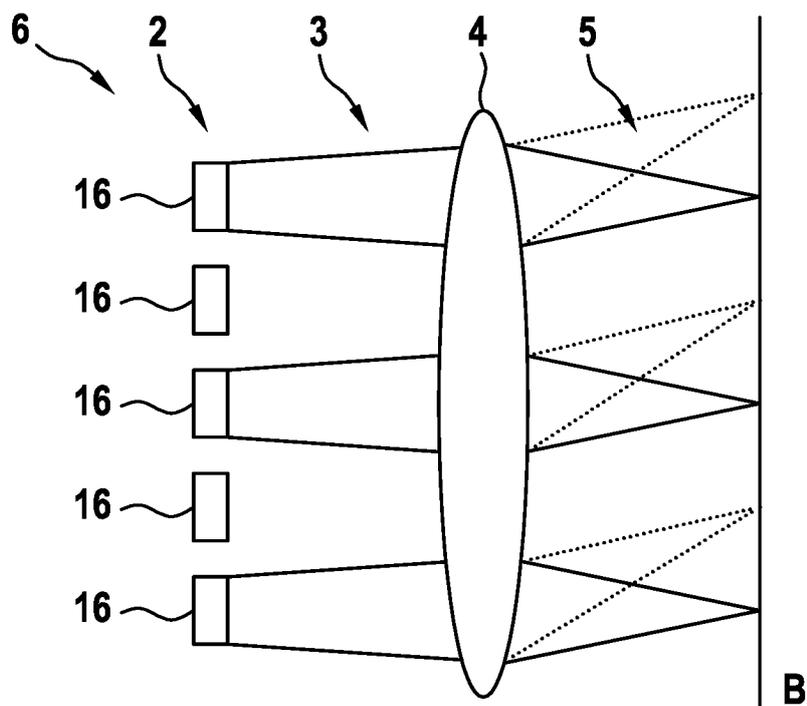


Fig. 3a

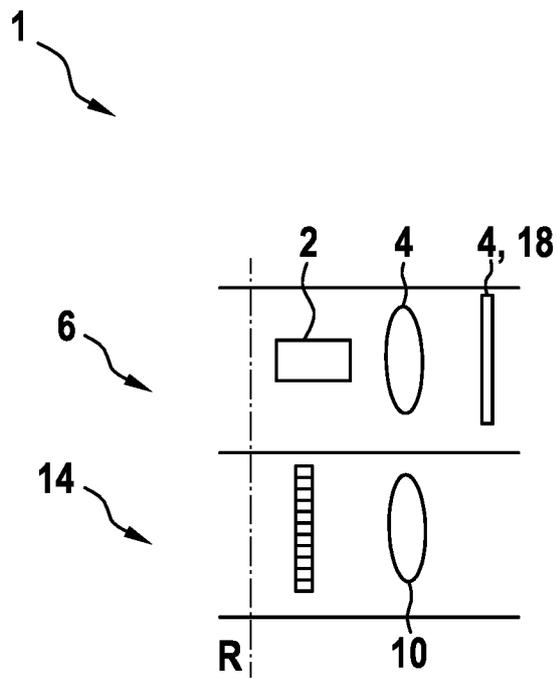


Fig. 3b

