



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 007 243.8**

(22) Anmeldetag: **13.04.2011**

(43) Offenlegungstag: **18.10.2012**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481 (2006.01)**

G01S 17/42 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

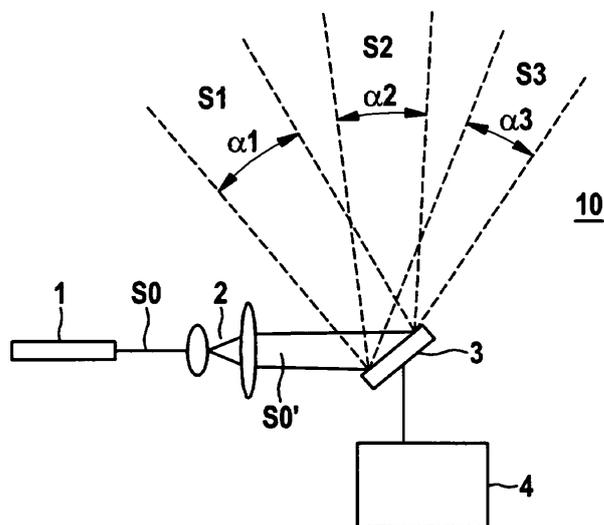
(72) Erfinder:

**Fiess, Reinhold, 77770, Durbach, DE; Steinkogler,
Sascha, 79106, Freiburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optisches System für die Umfelderfassung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optisches System 10 für die Umfelderfassung mit einem Laser 1 für die Erzeugung eines für die Abtastung des Umfeldes vorgesehenen Lichtstrahls S_0 , S_0' . In dem Strahlengang des von dem Laser 1 erzeugten Lichtstrahls S_0 , S_0' ist ein steuerbares Phasengitter 3 angeordnet.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein optisches System für die Umfelderkennung. Ein derartiges System wird beispielsweise als bordgebundenes System in einem Kraftfahrzeug eingesetzt, um in der Umgebung des Fahrzeugs befindliche Hindernisse, wie insbesondere Fremdfahrzeuge oder dergleichen, zu erfassen und mittels der dadurch gewonnenen Information Funktionen eines Fahrerassistenzsystems zu steuern. Das optische System umfasst ein LIDAR-System (LIDAR = Light Detection and Ranging), bei dem Entfernung und Richtung, ggf. auch die Relativgeschwindigkeit eines Hindernisses in der Umgebung des Fahrzeugs durch Lichtimpulse eines Lasers erfasst werden. Handelsüblich sind bereits LIDAR-Systeme mit einer fixen Strahlformung, wie beispielsweise das SRL1-System der Firma A.D.C., einer Tochtergesellschaft der Firma Continental. Bei einem System mit fixer Strahlformung wird ein Laserstrahl durch ein spezielles Linsensystem, wie zum Beispiel eine gestufte Fresnellinse, in bestimmte vorgegebene feste Richtungen aufgewertet. Weitere bekannte LIDAR-Systeme sind scannende Systeme mit mindestens einem Ablenkspiegel oder auch beweglich angeordneten Linsensystemen.

Offenbarung der Erfindung

Technische Aufgabe

[0002] Durch die Verwendung von Displays (zum Beispiel LCOS oder auf Mikromechanik basierende DMD) als variable diffraktive Elemente („holografisch“) im NIR-Bereich (NIR = Near Infrared) können unterschiedliche Strahlkeulen in Anzahl und Richtung erzeugt werden, die darüber hinaus zeitlich verändert werden können. Ein LIDAR-System mit variablem diffraktivem Element kann somit vorteilhaft für mehrere unterschiedliche Applikationen bei Fahrerassistenzsystemen eingesetzt werden, die unterschiedliche Kenngrößen, wie insbesondere Abstandsreichweite und Blickfeld des Laserimagers, erfordern. Somit könnten damit Anwendungen für unterschiedliche Funktionen, wie zum Beispiel City-Safety, Einparkhilfe oder Pre-Crash, mit einem einzigen System realisiert werden. Grund hierfür ist, dass ein (mager für eine Einparkhilfe ein größeres Blickfeld jedoch eine geringere Reichweite benötigt als beispielsweise ein Pre-Crash Sensor, dessen Blickwinkel kleiner sein kann, der jedoch eine größere Reichweite benötigt) Für die Optikauslegung des Sende- und Empfangsstrahls können somit solche gegensätzlichen Anforderungen zu Konflikten führen, deren Lösung bis zum heutigen Zeitpunkt insbesondere bezüglich Kosten und Bauraum, unbefriedigend sind. Kernbestandteil des erfindungsgemäß ausgestalteten optischen Systems ist ein elektrisch steuerbares Display, um

damit variable Phasen- oder Amplitudengitter (Hologramme) zu erzeugen. Dabei wird ein von einem Infrarotlaser erzeugter Laserstrahl auf die Größe des Displays aufgeweitet und beleuchtet somit das Display. An den einzelnen Pixelbereichen des Displays erfährt das Laserlicht nun unterschiedliche Laufzeitverzögerungen, was zu einer entsprechenden Interferenz führt (analog zu einem Hologramm). Hiermit kann eine Lichtumverteilung nach Art eines Projektionsbildes erreicht werden. Somit kann zum Beispiel eine einstellbare Anzahl von Strahlkeulen realisiert werden. Auch die Richtung, die Größe des Winkelbereichs und die Geometrie der Strahlkeulen kann somit eingestellt werden. Um im sichtbaren Bereich des Spektrums hochwertige Projektionsbilder zu erzeugen, sind ein sehr großer Rechenaufwand und eine sehr hohe Auflösung des Displays (zum Beispiel größer als SVGA) notwendig. Außerdem müssten hierbei zeitlich nacheinander unterschiedliche Hologramme für die verschiedenen Wellenlängen Rot, Grün und Blau realisiert werden.

[0003] Um im NIR-Bereich verschiedene Strahlkeulen in unterschiedliche Richtungen zu erzeugen, sind dagegen die Anforderungen an das Phasengitter und damit an das steuerbare Element wesentlich geringer. Außerdem ist nur eine deutlich niedrigere Auflösung (zum Beispiel VGA) notwendig. Darüber hinaus muss die Berechnung im Wesentlichen nur für eine einzige Wellenlänge, zum Beispiel 808 nm im nahen Infrarotbereich (NIR), durchgeführt werden. Die zeitliche Anforderung an eine Änderung des Phasengitters ist für die vorgesehenen Anwendungen auch nicht allzu hoch, da die Strahlkeulen nur relativ langsam geändert werden müssen. Zum Beispiel bei Anpassung an verschiedene Assistenzsysteme, Änderungen des Blickfeldes, usw. Die Abstandsmessung eines erfassten Hindernisses erfolgt dabei über eine schnelle zeitliche Modulation des Laserlichts und damit über eine entsprechende Laufzeitmessung mit einem oder mehreren Detektoren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0004] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Dabei zeigt

[0005] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0006] [Fig. 2](#) ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0007] [Fig. 1](#) verdeutlicht die Funktionsweise der Erfindung anhand eines schematisch dargestellten ersten Ausführungsbeispiels. Das optische System **10** umfasst einen Laser **1**, der Strahlung im nahen Infrarotbereich (NIR) erzeugt. In dem Strahlengang der von dem Laser **1** erzeugten Strahlung ist eine Aufweitungsoptik **2** angeordnet, die den von dem La-

ser **1** erzeugten Lichtstrahl so aufweitet, dass sich ein größerer Strahlquerschnitt einstellt. Beispielsweise kann die Aufweitungsoptik aus einer Kombination von zwei Sammellinsen bestehen. Im weiteren Strahlengang ist ein steuerbares Phasengitter **3** angeordnet. Als steuerbares Phasengitter **3** eignet sich vorteilhaft eine LCOS Baugruppe (LCOS = Liquid Crystal on Silicon) oder auch ein Mikrospiegelarray. Mit dem steuerbaren Phasengitter **3** ist ein Steuergerät **4** verbunden, das die Steuerung des Phasengitters **3** ermöglicht. Im Folgenden wird die Funktionsweise dieses ersten Ausführungsbeispiels beschrieben. Der Laser **1** beleuchtet über die Aufweitungsoptik **2** das steuerbare Phasengitter **3**. Über entsprechend berechnete Phasenfunktionen an dem Phasengitter **3**, die diesem über das Steuergerät **4** zugeleitet werden, wird die gewünschte Intensitäts- und Richtungsverteilung (Projektion) erzeugt, zum Beispiel unterschiedliche Strahlkegel in unterschiedliche Richtungen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind drei Strahlkegel S1, S2, S3 gezeigt, die jeweils in Winkel α_1 , α_2 , α_3 abgestrahlt werden. Die Anzahl der Strahlkegel und die Winkelbereiche können somit, je nach gewünschtem Anwendungsfall, durch entsprechende Steuerung des Phasengitters **3**, beliebig variiert werden.

[0008] Fig. 2 verdeutlicht, bei einem weiteren Ausführungsbeispiel, dass für bestimmte Bereiche und Richtungen mittels einer zusätzlichen Ausgangsoptik noch eine zusätzliche Strahlformung durchgeführt werden kann. Als zusätzliche Ausgangsoptik sind, in dem schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2, beispielsweise Sammellinsen L1, L2, L3 vorgesehen, die in den Strahlengängen der Strahlkegel S1, S2, S3 angeordnet sind. Solch eine segmentierte Optik kann so über das entsprechend angesteuerte Phasengitter **3** somit gezielt mit Strahlung beaufschlagt werden.

[0009] Für eine adaptive Steuerung bieten beide Ausführungsbeispiele mehrere Möglichkeiten, die im Folgenden noch etwas detaillierter beschrieben werden. So können für eine Vergrößerung des Blickfeldes zusätzliche Strahlkeulen erzeugt werden. Weiterhin kann die Breite der Strahlkeulen eingestellt werden.

[0010] Bei hinreichend hoher Auflösung des Displays ($>$ als beispielsweise VGA) ist auch eine sehr effiziente Fokussierung möglich, wodurch mit sehr schmalen Strahlkeulen eine Erhöhung der Reichweite möglich ist. Für weitere adaptive Anpassungen an unterschiedliche Umgebungsbedingungen oder andere Funktionen eines Fahrerassistenzsystems ist mit dem variabel steuerbaren Phasengitter auch ein Schwenken der Strahlkeulen möglich. Mit Zeitschritten von beispielsweise 20 ms (entspricht einer Frequenz von 1/50 Hz) werden zum Beispiel neue Phasengitter berechnet. Damit ist eine Änderung der La-

ge der Strahlkeule mit dieser Schrittweite möglich. Die Wiederholrate von bereits handelsüblich verfügbaren LCOS-Displays liegt bei etwa 5 ms.

[0011] Erfindungsgemäß sind, in Weiterbildungen der Erfindung, auch beliebige Kombinationen dieser Varianten denkbar.

Patentansprüche

1. Optisches System (**10**) für die Umfelderkennung mit einem Laser (**1**) für die Erzeugung eines für die Abtastung des Umfeldes vorgesehenen Lichtstrahls, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Strahlengang des von dem Laser (**1**) erzeugten Lichtstrahls ein steuerbares Phasengitter (**3**) angeordnet ist.

2. Optisches System (**10**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Phasengitter (**3**) eine LCOS-Baugruppe vorgesehen ist.

3. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Phasengitter (**3**) ein Mikrospiegelarray vorgesehen ist.

4. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang zwischen dem Laser (**1**) und dem Phasengitter (**3**) eine Aufweitungsoptik (**2**) angeordnet ist, die den Strahlquerschnitt des von dem Laser (**1**) ausgesandten Lichtstrahls (S0) auf einen Lichtstrahl (S0') mit einem größeren Strahlquerschnitt aufweitet.

5. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Phasengitter (**3**) mit einem Steuergerät (**4**) verbunden ist.

6. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch Steuerung des Phasengitters (**3**) aus dem auf das Phasengitter (**3**) auftreffenden Lichtstrahl (S0') eine Mehrzahl von Strahlkegeln (S1, S2, S3) erzeugbar ist.

7. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder der Strahlkegel (S1, S2, S3) in einen vorgebbaren Winkel (α_1 , α_2 , α_3) ablenkbar ist.

8. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Strahlengang jedes Strahlkegels (S1, S2, S3) eine Aufweitungsoptik (L1, L2, L3) angeordnet ist, die eine weitere Strahlformung ermöglicht.

9. Optisches System (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass durch Steuerung des Phasengitters (3) eine Schwenkung der Strahlkeulen (S1, S2, S3) ermöglicht wird.

10. Optisches System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Veränderung der Strahlkeulen (S1, S2, S3) hinsichtlich ihrer Anzahl, Form und/oder Strahlrichtung (Winkel α_1 , α_2 , α_3) innerhalb eines unter etwa 20 ms dauernden Zeitintervalls erfolgt.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

