Fraunhofer IPMS



LAMDA

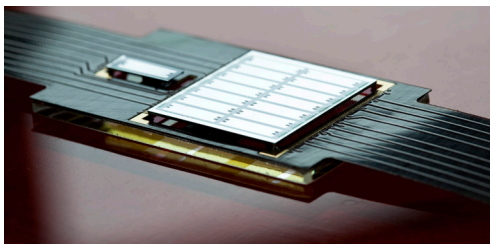
Apertur für 3D-Entfernungs-Messsysteme

MEMS-Scanner-Modul LAMDA (Scan-Kopf) mit segmentiertem Empfangsscanner mit 334 mm² Gesamtapertur (links) und Sendescanner (rechts).

Herkömmliche TOF-Laserscanner zur 3D-Abstandsmessung, welche auf einer Pulslaufzeit- oder Phasenmessung basieren, verwenden teure, schwere und verschleißanfällige Polygon- oder Resonanzscanner zur Strahlablenkung.

Im Vergleich zu TOF-Kameras besitzen Laserscanner den Vorzug einer höheren Messgenauigkeit durch die Unterdrückung der parasitären Hintergrundstrahlung mittels einer zum Sendestrahl synchronisierten Empfangsapertur. Typischerweise wird die Messgenauigkeit von LIDAR-Systemen maßgeblich durch die vom Detektor empfangene Lichtmenge begrenzt. Folglich benötigen LIDAR-Systeme große Aperturen, um einen möglichst hohen Anteil des vom Messobjekt diffus gestreuten Lichts einzufangen. MEMS-Scanner bieten im Gegensatz zu konventionellen Scannern ein breites Anwendungspotenzial zur Realisierung miniaturisierter, robuster und hochportabler Systemlösungen. Jedoch weisen konventionelle MEMS-Scanner bei gleichzeitig hinreichend großem Scanbereich (>40°) und hohen Scanfrequenzen (>100 Hz) eine Limitierung der Spiegelgröße auf Durchmesser von Typischerweise 1...4 mm auf. Limitierend wirkt hier insbesondere die dynamische Deformation der bewegten Spiegelplatte.

Das Fraunhofer IPMS entwickelt mit langjähriger Erfahrung hochminiaturisierte resonant betriebene MEMS-Scannerbauelemente, die sich u. a. durch große Auslenkungsamplituden (bis zu ±35°, mechanisch) und niedrige Leistungsaufnahme auszeichnen. Kundenspezifische 1D- und 2D-Scannerbauelemente werden in Volumenmikromechanik aus einkristallinem Silizium in einem qualifizierten, voll CMOS-kompatiblen MEMS-Prozess massenproduktttauglich hergestellt. Die Bauelemente sind extrem robust, zuverlässig und widerstehen großen mechanischen Schockbelastungen von mindestens 2500g.



Segmentierter MEMS Scanner montiert Flex on Glas.

Kontakt

Dr. Thilo Sandner
0351 8823-152
thilo.sandner@ipms.fraunhofer.de

Ines Schedwill
0351 8823-238
ines.schedwill@ipms.fraunhofer.de

Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS
Maria-Reiche-Str. 2
01109 Dresden

www.ipms.fraunhofer.de

Eigens für Laser-Radar-Systeme entwickelte das Fraunhofer IPMS ein neuartiges 1D-MEMS-Scannermodul mit einer für MEMS-Scanner extrem großen Apertur von 334 mm² sowie einem optischen Füllfaktor von 80%. Hierfür wurde ein segmentierter MEMS-Scanner, bestehend aus 2 x 7 identischen Einzelelementen, realisiert. Jeder der im MEMS-Chips monolithisch integrierten Einzelscanner besitzt eine vergleichsweise große Spiegelapertur von 2,51 x 9,51 mm² sowie einen optischen Scanbereich von ± 30°. Alle Einzelelemente werden elektrostatisch resonant mit gleicher Frequenz von ca. 250 Hz nahe der mechanischen Resonanz mittels Kammantrieb zu einer Torsionsschwingung angeregt.

Das 1D-MEMS-Scannermodul wurde speziell für phasenbasierte LIDAR-Systeme optimiert und besitzt zwei separate Scan-Kanäle: (a) einen EInzelscannerspiegel für den kollimiert ausgesendeten Messstrahl parallel zu (b) den segmentierten synchron schwingenden Scannerelementen der Empfangsoptik. Die Strahlengänge von Sende- und Empfangsoptik sind optisch isoliert, um ein Übersprechen des Sendekanals auf den Detektor zu vermeiden, was insbesondere für phasenbasierte LIDAR-Systeme essentiell ist. Der modulierte Sendestrahl wird durch einen zur nachfolgenden Synchronisation als Master fungierenden Einzelspiegel über das Messobjekt gescannt. Um genügend Streulicht aus der momentanten Messrichtung zu detektieren, müssen alle Spiegel des Empfangskanals zeitlich synchron in die gleiche Richtung zeigen wie der Masterspiegel im Sendekanal.

Unter der Voraussetzung einer synchronisierten Scanbewegeung aller Empfangselemente addieren sich die Einzelaperturen des Empfangskanals zu einer hinreichend großen Gesamtapertur. Zur Gewährleistung der Spiegelsynchronisation ist für jedes Spiegelelement eine miniaturisierte optische Positionssensorik in das Lamda-Modul integriert. Dies ermöglicht eine präzise Messung der momentanen Spiegelbewegung und dadurch eine individuelle Phasen- und Amplitudenreglung jedes einzelnen Empfangsspiegels relativ zum Sendescanner. Die Elektronik des Lamda-Moduls stellt für die Signalverarbeitung des TOF-Systems ein synchrones Positionssignal des aktuellen Scanwinkels zur Verfügung.

Das Lamda-Modul erfüllt mit seiner mechanischen Resonanzfrequenz von 250 Hz die Anforderungen moderner Phasenmesssysteme mit typischen Punktmessraten von 250 - 1000 kHz äquivalent zur Unterteilung des optischen Scanbereiches von ± 30° in 500 - 2000 Intervalle.

Das neue Konzept, eines segmentierten MEMS-Scannerbauelements bestehend aus identischen synchronisiert angetriebenen Einzelspiegelelementen, erlaubt die Realisierung der für LIDAR-Systeme erforderlichen großen Empfangsaperturen, hohen Scangeschwindigkeiten und großen Empfangsaperturen, hohen Scangeschwindigkeiten und großen Ablenkwinkel, bei gleichzeitiger Gewährleistung der typsichen Vorzüge vo MEMS-basierten Systemen wie hohe Zuverlässigkeit, kompakte Größe, geringes Gewicht und potentiell niedrige Herstellungskosten.

Im Vergleich zu Systemen mit konventionellen Scannern ermöglicht das neue 1D-Scannermodul LAMDA deutlich kompaktere, robustere 3D-LIDAR-Systeme ohne zusätzlichen Aufwand für hohe Scangeschwindigkeiten (z.B. Luftlager) mit vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten z.B. in den Bereichen Sicherheit und Verkehrsüberwachung, maschinelle Bilderkennung und im portablen Außeneinsatz (z.B. Forensik).

Systemparameter des LAMDA-Scanner-Moduls

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Formfaktor Scankopf (B x H x T) (ohne flexible Anschlussleitungen)		40 x 52 x 45		mm³
Formfaktor Elektronik (B x H x T)		80 x 55 x 27		mm³
Optisches Interface	Planfenster, BBAR VIS beschichtet, um 1,5° gekippt			
Scanfrequenz		250		Hz
Mechanischer Auslenkwinkel	±9,7		±15	°
Optischer Scanbereich	39		60	°
Spiegelgröße Sendescanner		2,51 x 9,51		mm²
Gesamtapertur Empfangsscanner-Array		334		mm²
Füllfaktor Scanner		80		%
Schnittstellen	Display, USB, Hardwareschnittstelle (SPI + proprietäre I/O)			
Versorgungsspannung		12		V
Leistungsaufnahme		2,2		W