

Insekten-inspirierte abbildende optische Systeme

Nachwuchsgruppe

Fraunhofer Institut für angewandte Optik und Feinmechanik
 Abteilung Mikrooptische Systeme
 Dipl.-Phys. Andreas Brückner
 Albert-Einstein-Str. 7
 07745 Jena
andreas.brueckner@iof.fraunhofer.de
 fon: 03641 / 807 - 421

Begleitende Unternehmen

Continental AG
 Fresnel Optics GmbH
 Awaiba GmbH

Das Projekt

Haben Sie schon einmal erfolgreich versucht, eine Fliege mit der bloßen Hand zu fangen? Ging nicht? Dabei sind Insekten doch angeblich so niedrig entwickelte Lebewesen und haben nur so winzige Augen und Gehirne. Vielleicht sollte man sich gerade deshalb von ihnen inspirieren lassen, wenn man sehr kompakte und dabei clevere abbildende Optiken entwickeln will!

Neben den Arbeiten zu neuartigen Insekten-inspirierten Abbildungs-Konzepten wird die Nutzung, Ausreizung und angepasste Weiterentwicklung der Mikrooptik-Technologie zur tatsächlichen technischen Umsetzung der Konzepte einen fundamentalen Baustein in der Nachwuchsgruppe ausmachen. Ebenso werden die Schnittstellen der miniaturisierten abbildenden Optik zur Objektbeleuchtung und zum digitalen Bildsensor um neue innovative Konzepte erweitert um das letztendlich bildgebende Gesamtsystem – die miniaturisierte Kamera – hinsichtlich Baugröße und Performance zu optimieren. Dies betrifft z.B. den Einsatz innovativer künstlicher Photorezeptormatrizen, die mehr als nur ein Bild geben, das dann später in einer CPU ausgewertet werden muss, oder auch die Integration der Beleuchtung in das Mikrolinsenarray oder auf den Bildsensor z.B. als OLED.

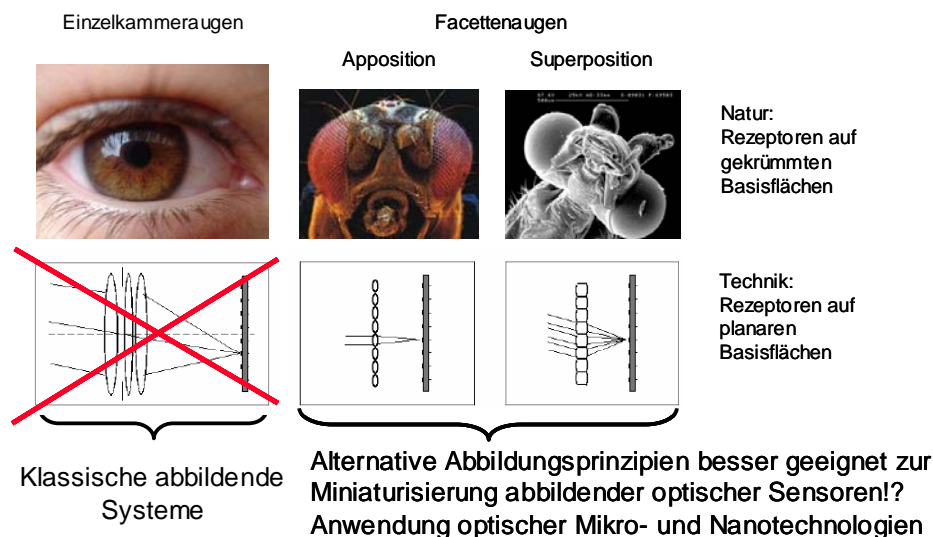


Bild 1: Natürliche Sehprinzipien und deren technische Äquivalente [Quelle Fraunhofer IOF]

Bionischer Ansatz

Der geringe Abstand zwischen Linse und Photorezeptoren sowie die geringen Linsenhöhen und Durchmesser machen Facettenaugen zu einem perfekten Vorbild für kompakte, durch Mikrooptik-Technologie erzeugte, abbildende Systeme. Mittels z.B. Laserstrahlschreiben, Schmelzprozess und UV-Replikation können eine Vielzahl von Mikrolinsen

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

(„Mikrolinsenarray“) in hoher Präzision und Uniformität hergestellt und im Wafermaßstab sehr genau zu nachfolgenden Abstands- und Optoelektronikstrukturen justiert werden. Es resultieren dünne, einfache und teilweise sogar monolithische abbildende Systeme mit der Genauigkeit der Photolithographie. Natürlich ist man bei Nutzung von Technologien, die dem momentanen Stand der Technik entsprechen, im Gegensatz zu den natürlichen Vorbildern auf planare Anordnungen begrenzt.

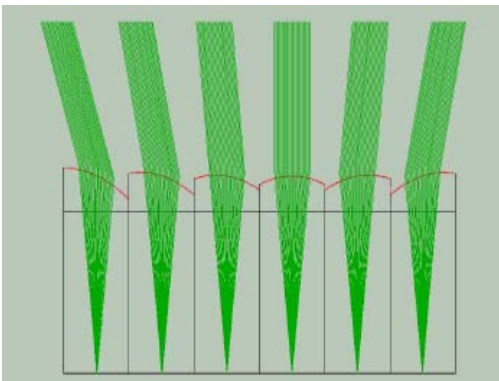


Bild 2: Lensensegmente zum Aufspannen des Gesichtsfeldes eines elektronischen Clusterauges in monolithischer Aufbauweise (nur ein Bündel pro Kanal dargestellt). [Quelle: Fraunhofer IOF]

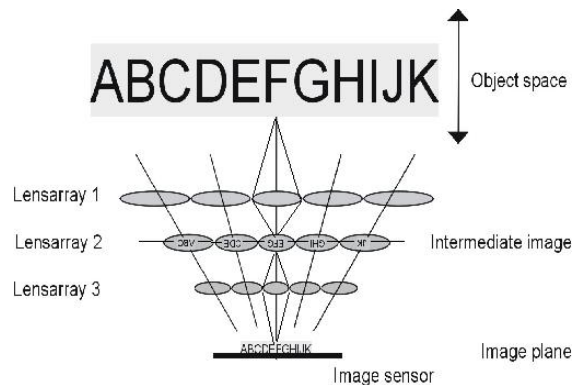


Bild 3: Prinzipskizze eines hochauflösenden optischen Clusterauges. [Quelle: Fraunhofer IOF]

Im Rahmen dieses zwischen passiver Tierphysiologie, Experimentalphysik und Mikrooptik-Technologie interdisziplinären Projektes werden aus dem Verständnis natürlicher Facettenaugenprinzipien und den Gründen, die zu deren Evolution geführt haben, optische Skalierungsgesetze künstlicher Facettenaugen aufgestellt. Insbesondere werden neuartige Prinzipienkombinationen untersucht, die eine deutlich höhere Auflösung der ultra-kompakten Objektive zulassen, als bisher umgesetzte künstliche Facettenaugenkonzepte. Dies erfordert ein beträchtlich komplizierteres Optikdesign, modifizierte Technologien der Mikrooptik und komplexere Aufbau- und Verbindungstechnik. Die resultierenden facettierten ultra-flachen Abbildungssysteme liefern Bildauflösungen, die ihren Einsatz im Automobil, z.B. zur Fahrspurerkennung, in der Mikroskopie oder sogar als sehr kompakte Kamera im Mobiltelefon erlauben. Bisherige realisierte künstliche Facettenaugen können aufgrund ihrer geringen Bildqualität nur als einfacher abbildender optischer Sensor eingesetzt werden.

Umweltentlastender Effekt und Nachhaltigkeit

Ein wesentlicher Inhalt des Projektes besteht in der Entwicklung kosteneffizienter Strukturierungs- und Assemblierungsverfahren für Optikkomponenten in Polymeren und Glas im Wafermaßstab für die Massenfertigung der neuartigen Insekten-inspirierten optischen Systeme. Die zu etablierende technologische Kette zur Herstellung aus mehreren Optiklagen und dem Bildsensor bestehender, stark miniaturisierter Kamerasysteme bzw. allgemeiner optoelektronischer Systeme und Subsysteme ist eine Voraussetzung für die kosteneffektive Fertigung am Standort Deutschland. Durch den Waferscaleansatz wird eine Vielzahl von optischen Systemen (100 bis 10.000) in einem Prozessschritt auf einem Wafer realisiert. Diese hochparallele Herstellungstechnologie ist prädestiniert für ein Hochlohnland wie Deutschland. Weiterhin ist klar, dass ein miniaturisiertes optisches System deutlich weniger Material zu dessen Herstellung und Packaging verbraucht, als eine makroskopische Optik, was der Umwelt und der Ressourcenschonung zu gute kommt.

Anwendungspotenzial und Wirtschaftlichkeit

Für eine „Insektenaugenkamera“ gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, vor allem dort, wo entweder nicht viel Platz ist oder eine Kamera möglichst unauffällig untergebracht werden soll. Mit seiner geringen Baulänge passt dieses Objektiv beispielsweise in Kreditkarten, Folien oder Displays. Im Innenraum von Autos könnte solch eine Kamera zum Beispiel eingesetzt werden, um die Augenbewegungen des Fahrers zu beobachten und einen drohenden Sekundenschlaf zu erkennen. Der Blick „mit den Augen einer Libelle“ könnte dann vielleicht eines Tages helfen, Leben zu retten. Die miniaturisierten Kamerasysteme, die mit der Facettenaugentechnologie hergestellt werden sollen, adressieren über den Automobilbausektor hinaus Applikationen in Massen- und Volumenmärkten wie z.B. Consumerprodukte (Mobiltelefonkameras), Gesundheitswesen (z.B. optische Sensoren für die Selbstnutzung durch Patienten, Endoskopie), optische Sensoren im Maschinenbau, Sicherheits- und Überwachungstechnik etc..

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung