

- 1 *Einstellbares Mikrolinsenbauteil mit integriertem Polymeraktor.*
- 2 *Siliziumwafer mit prozessierten Mikrofluidik-Linsenkammern.*

EINSTELLBARE MIKROLINSE MIT INTEGRIERTEM POLYMERAKTOR

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Maria-Reiche-Str. 2
01109 Dresden

Ansprechpartner

Dr. Michael Scholles
Telefon +49 351 8823-201
michael.scholles@ipms.fraunhofer.de

Dr. Florența Costache
Telefon +49 351 8823-259
florenta.costache@ipms.fraunhofer.de

www.ipms.fraunhofer.de

Konventionelle optische Kameras und Abbildungssysteme mit Autofokus- und Zoomfunktion verwenden verschiebbare Linsenelemente, um Schärfe und Vergrößerungsfaktor einzustellen. Die Linsenelemente werden hierbei über ein aufwendiges Positionierungssystem verschoben. Aufgrund der relativ großen Abmessungen eines solchen Autofokus- und Zoomsystems ist es schwierig, diese optischen Funktionen in Miniaturanwendungen wie beispielsweise Mobiltelefonkameras zu integrieren.

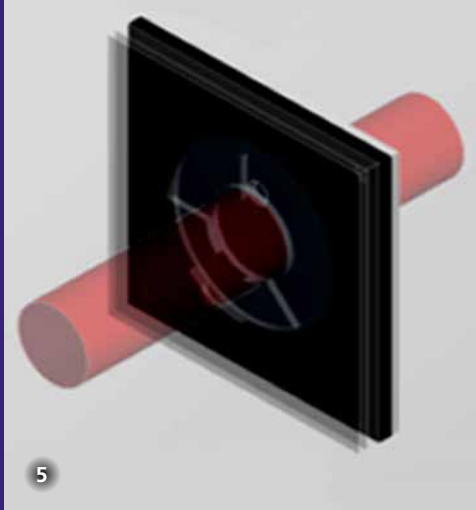
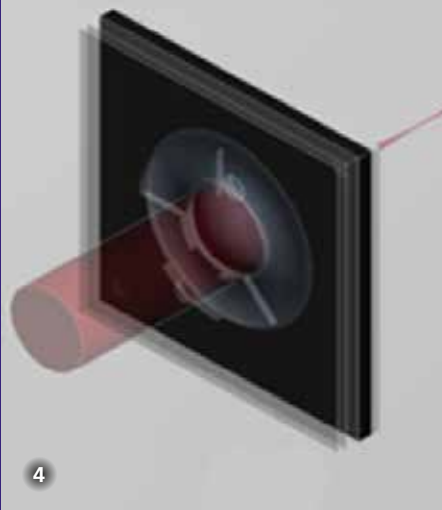
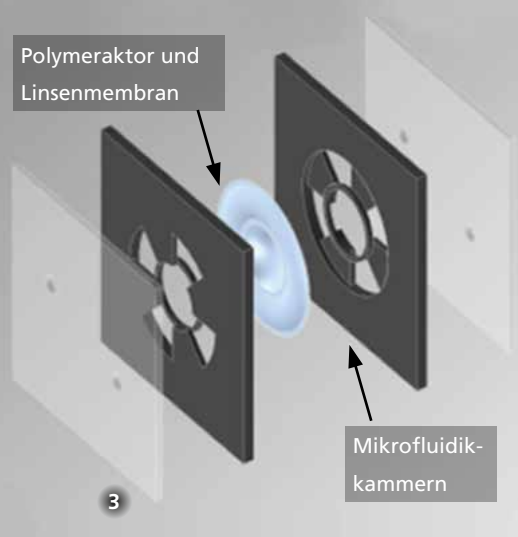
Um die Funktionalität von Zoom- und Autofokusobjektiven oder anderer verstellbarer optischer Elemente zu verbessern, deren Effizienz zu steigern und die Kosten zu verringern, werden seit einiger Zeit alternative Lösungen eingesetzt, darunter auch Linsenelemente mit kontinuierlich einstellbarer Brennweite.

Das Fraunhofer IPMS hat ein einstellbares miniaturisiertes Linsensystem entwickelt, was sich durch kompaktes und flexibles Design (Abb. 1) auszeichnet. Eine kontinuierliche Veränderung der Brennweite wird durch integrierte Polymeraktoren bewirkt, die sich durch Anlegen eines elektrischen Feldes gezielt auslenken lassen.

Design – Herstellung – Betrieb

Es wurde ein Konzept für eine einstellbare Mikrolinse entwickelt, welche sich auf Wafer-Level herstellen lässt (Abb. 2). Das Bauteil besteht aus zwei aufeinander gebondeten mikrofluidischen Kammern, die voneinander durch eine flexible Elastomer-Membran getrennt sind. Beide Kammern sind mit unterschiedlichen Flüssigkeiten befüllt. Der innere Teil der Elastomer-Membran definiert den optisch wirksamen Teil der Linse. Im äußeren

Polymeraktor und
Linsenmembran



Bereich sind kreisförmig um die Linse herum auf der Membran Mikroaktoren aus einem speziellen elektrostriktiven Polymer mit besonders hoher Dehnung angebracht. Das Design der Aktoren ist so gewählt, dass sie bei Aktivierung die Flüssigkeit ins Innere der Kammer und damit gegen die Linsenmembran drücken. Dadurch kann die Stärke der Linsenwirkung gezielt in Abhängigkeit von der Verformung der Membran gesteuert werden. Abb. 3 zeigt schematisch die einzelnen Teile des Mikrolinsenbauteils, Abb. 4 und 5 zeigen die Wirkweise.

Der Einsatz zweier mikrofluidischer Kammern ermöglicht ein kompaktes und robustes Mikrolinsendesign und bietet zudem den Vorteil, Flüssigkeiten unterschiedlicher Brechzahlen einsetzen zu können. Dadurch kann die Brennweite der Mikrolinse noch flexibler und zuverlässiger an den Einsatzzweck angepasst werden.

Die Herstellung des einstellbaren Mikrolinsenchips umfasst die Aktorherstellung mit Hilfe eines Layer-by-Layer-Prozesses, die Strukturierung der mikrofluidischen Kammer mittels Siliziumwaferprozessierung sowie die Bearbeitung von Glaswafern. Mittels Waferbondverfahren werden die Einzelteile zum Gesamtbauteil verbunden und abschließend die Mikrofluidikkammern mit Öl befüllt.

Die so fertiggestellten Mikrolinsen erreichen eine Brechkraftänderung von mehr als 15 dpt bei einer Aktorauslenkung von etwas mehr als 100 μm .

Vorteile

Das hier gezeigte Konzept einer Flüssigkeitsmikrolinse mit einstellbarer Brennweite ermöglicht die Herstellung eines miniaturisierten Linsensystems mit kompaktem und flexiblem Design. Sowohl Betrieb, Handhabung als auch Herstellung erweisen sich als einfach und robust. Mit einer Apertur von 3 mm und dem geringen Platzbedarf von 10 \times 10 mm² kann die einstellbare Mikrolinse in ein Zoomobjektiv oder ein Autofokussystem einer Mobiltelefonkamera integriert werden.

Darüberhinaus kann die einstellbare Mikrolinse des Fraunhofer IPMS in vielen anderen Anwendungsgebieten zum Einsatz kommen wie beispielsweise in medizinischen oder industriellen Bildsystemen, in optischen Systemen zur Laserstrahlkontrolle oder für Lab-on-a-chip-Anwendungen zum Nachweis und zur Manipulation von Zellen.

Durch den Einsatz von Wafer-Level-Prozessen können mehrere Bauteile gleichzeitig auf einem Wafer hergestellt werden, was mehr Flexibilität im Design und eine kostengünstige Herstellung erlaubt.

Spezifikationen

- Apertur: 3 mm
- Brechkraftvariation: 15 dpt
- Abmessungen: 10 \times 10 mm²
- Konkaves oder konvexes Design
- Transmission > 94 % (400 - 700 nm)

Hauptmerkmale

- kontinuierlich spannungseinstellbare Brennweite
- großer Einstellbereich
- Wafer-Level-Technologie
- einfache Integration in optische Systeme
- flexibles und skalierbares Design
- Einsatz von Polymeraktoren mit hoher Auslenkung
- keine mechanischen Teile

Anwendungen

- Autofokus
- optische Zoomobjektive
- Kameras für Mobiltelefone
- medizinische Bildsysteme
- Miniatur-Industriekameras
- Laserstrahlmanipulation
- Lab-on-a-chip-Systeme

3 Explosionszeichnung der einstellbaren Mikrolinse.

4 Wirkprinzip bei endlichem Fokus, d. h. aktiviert / E an.

5 Wirkprinzip bei unendlichem Fokus, d. h. nicht aktiviert / E aus. (E bezeichnet das elektrische Feld am Aktor)