

- 1  $50\mu\text{m} \times 250\mu\text{m}$  Spalt mit Justagemarken
- 2 MEMS-Trägersubstrat mit integrierten Spalten: Vorderseite
- 3 MEMS-Trägersubstrat mit integrierten Spalten: Rückseite mit Gruben
- 4 Grube mit Spalt

## Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Maria-Reiche-Str. 2  
01109 Dresden

### Ansprechpartner

Aron Guttowski  
Telefon +49 351 8823-229  
aron.guttowski@ipms.fraunhofer.de

Dr. Peter Reinig  
Telefon +49 351 8823-103  
peter.reinig@ipms.fraunhofer.de

[www.ipms.fraunhofer.de](http://www.ipms.fraunhofer.de)

## OPTISCHE PRÄZISIONSSPALTE

### Motivation

Präzise optische Spalte und Öffnungen sind seit jeher wichtige Bestandteile in vielen optischen Geräten und Instrumenten. Ob als Ein- und Austrittsspalt in Spektralapparaten, als Raumfilter für Laseranwendungen oder als Bestandteil in Strahlformungsoptiken, Präzisionsspalte sind in vielen Systemen und Anwendungen nicht wegzudenken.

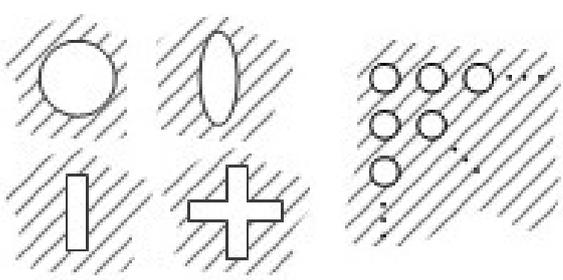
Etablierte Verfahren zur Herstellung optischer Spalte sind jedoch entweder vergleichsweise kostenintensiv oder weisen technologisch bedingte Nachteile, wie etwa eine Gratbildung am Rand auf.

Eine am Fraunhofer IPMS entwickelte Technologie ermöglicht die Herstellung sehr präziser Spalte und Öffnungen mit unterschiedlichen Geometrien nach Kundenwunsch. Dabei bietet das auf Pro-

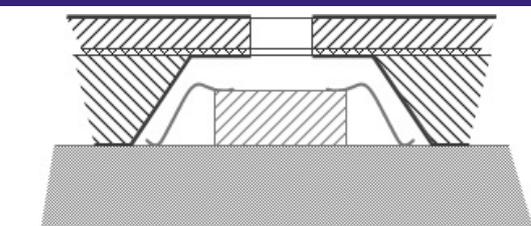
zessen der Halbleiterfertigung basierende Verfahren neben einer hohen Präzision weitere Vorteile wie etwa die Integration zusätzlicher Funktionselemente im gleichen Trägersubstrat. Hierdurch können neben den klassischen Anwendungen auch völlig neue Applikationen im Bereich hoch miniaturisierter Systeme adressiert werden.

### Technologie

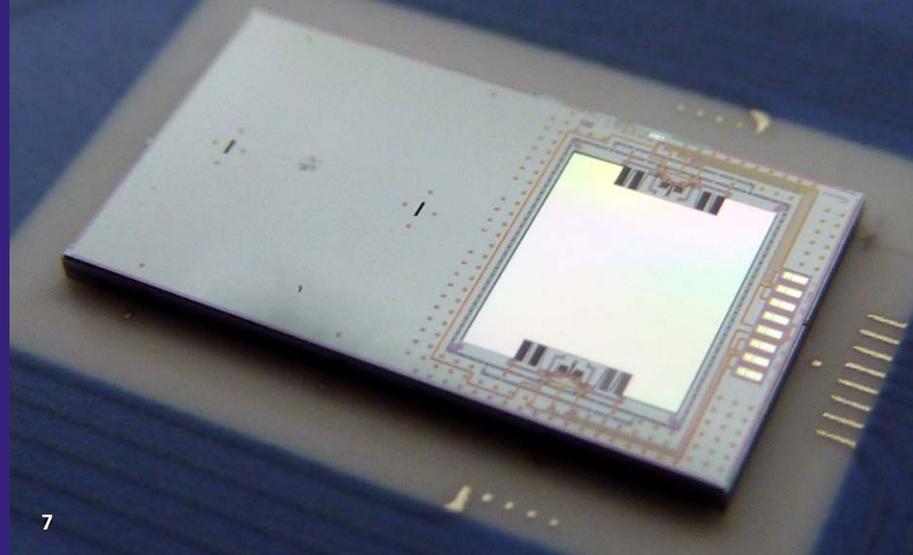
Die Herstellung der Präzisionsspalte basiert auf einer am IPMS entwickelten Silizium-MEMS Technologie. Dabei werden spezielle Silizium Wafer verwendet, die aus einer dünnen Funktionsschicht und einem dickeren Trägersubstrat bestehen. Die Spalte werden in der Funktionsschicht definiert während das Trägersubstrat die für eine gute Handhabung und nachfolgende Montage notwendige Stabilität sicherstellt. Durch eine Öffnung des Trägersubstrats auf der Rückseite wird die Funktionsschicht



5



6



7

als Membran mit der optischen Öffnung freigestellt.

Da bei der Herstellung nur Standardprozesse aus der Halbleitertechnik, wie z.B. die Fotolithographie, zum Einsatz kommen, wird neben einer hohen Präzision und Qualität auch eine gute Reproduzierbarkeit der Strukturen erreicht. Darüber hinaus ermöglicht diese Technologie bei Bedarf auch die wirtschaftliche Herstellung größerer Stückzahlen.

Auf Kundenwunsch lassen sich zusätzlich unterschiedliche Vergütungsschichten zur Sicherstellung der optischen Funktion, wie etwa dünne Metallschichten, in den Prozess integrieren.

### Ausführungsformen

Neben einfachen Spalten oder Lochblenden kann eine Vielzahl von Strukturen nach Kundenwunsch realisiert werden. Dabei sind komplexere, zusammenhängende Flächenformen ebenso möglich wie Anordnungen aus mehreren gleichen oder unterschiedlichen Öffnungen. Die erreichbaren Strukturgrößen sind dabei durch die Prozesstechnik bestimmt und bewegen sich im Bereich zwischen einem und einigen hundert Mikrometern.

Zusätzlich zu den optischen Spalten lassen sich in der Funktionsschicht noch weitere Strukturen, wie etwa Justagemarken für eine nachfolgende Montage integrieren.

Die fertigen Bauelemente können entweder im Waferverbund oder vereinzelt

ausgeliefert werden. Zusätzlich können die Spalte mit einer am IPMS zur Verfügung stehenden Montagetechnologie nach der Herstellung auf Kundenwunsch in andere Baugruppen integriert werden.

### Systemintegration

Die zur Herstellung der Spalte verwendete Technologie bietet zusätzliche Vorteile in der Systemintegration. Neben der Gratfreiheit und der hohen Präzision der Spaltform ist auch hohe Lagegenauigkeit verschiedener Strukturen untereinander und relativ zu etwaigen Justagestrukturen auf einem Substrat gewährleistet. Hierdurch wird eine hoch genaue Integration in andere Baugruppen ermöglicht.

Die Rückseitenöffnung des Trägersubstrats weist technologisch bedingt die Form einer Grube auf. Diese kann dazu genutzt werden andere Bauelemente, wie beispielsweise Foto- oder Leuchtdioden, abzudecken und somit vor Streu- und Falschlicht zu schützen.

Aufgrund der Prozesskompatibilität lassen sich zudem aktive Funktionselemente, wie beispielsweise Mikroscoannerspiegel (MEMS) integrieren. Hierdurch wird, je nach Anwendung, eine erhebliche Miniaturisierung ermöglicht.

### Applikationsfelder

- Spektralapparate, Monochromatoren/ Spektrometer
- Coded Aperture Spektroskopie
- Bildfeldbegrenzung
- Raumfilter
- Amplituden/Phasengitter
- Strahlformung

### Beispielapplikation

Am Fraunhofer IPMS wurde auf Basis eines MEMS Scannerspiegels mit integriertem Beugungsgitter ein miniaturisiertes Spektrometer entwickelt. Hierbei sind neben dem beweglichen Gitter auch der Ein- und Austrittsspalt im selben Substrat integriert.

Der hinter dem Austrittsspalt angeordnete Detektor wird dabei von der entsprechenden Grube vollständig abgedeckt und damit bei gleichzeitiger Miniaturisierung hochwirksam gegen Streulicht geschützt.

- 5 *Unterschiedliche Spaltausführungen*
- 6 *Applikationsbeispiel: „vergrabener“ Detektor*
- 7 *Integriertes Bauelement Gitterspiegel mit Spalten auf Verdrahtungsträger (Detektor durch Spaltsubstrat verdeckt)*