

# Demonstration eines mit Ultrapräzisionsbearbeitung hergestellten optischen Signal-Verteilsystems

Michael Bohling, Jürgen Jahns

FernUniversität in Hagen

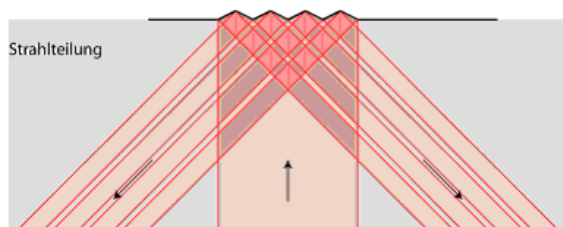
<mailto:michael.bohling@fernuni-hagen.de>

In diesem Beitrag wird ein einfaches PMMA-PIFSO-System (planar integrated free space optics) vorgestellt, welches prinzipiell als optisches Taktverteilsystem oder Informationsverteilsystem einsetzbar ist. Die mikrooptischen Strukturen wurden durch Ultrapräzisionsbearbeitung hergestellt.

## 1 Einführung

Zur Fertigung von PIFSO-Systemen setzt man üblicherweise lithographische Techniken, die insbesondere für Si- und SiO<sub>2</sub>-Substrate gut geeignet sind, ein. Das PIFSO-Konzept kann man sich prinzipiell auch an geeigneten Polymeren, wie etwa PMMA (polymethyl methacrylate), Polycarbonat PC oder Polyester O-PET (optical polyester) umgesetzt vorstellen. Eine ausführliche Beschreibung dieser Werkstoffklasse findet man in [1]. Damit verbunden sind aber andere Herstellungsverfahren, man denke hierbei an das für die Massenerstellung etablierte Spritzgießen, das insbesondere dann verwendet wird, wenn das herzustellende optische System auch noch mechanische Aufgaben übernehmen muss. Hochpräzise Spritzgusswerkzeuge benötigen oftmals ultrapräzisionsgefertigte Formeinsätze. Mit ultrapräziser Maschinenteknik lassen sich auch mikrooptische Strukturen direkt fertigen [2].

Im vorliegenden Beitrag wird ein einfaches PMMA-PIFSO-Signalverteilsystem vorgestellt, welches für Taktverteilung oder „selective broadcasting“ verwendet werden kann. Der Ansatz auf beruht auf Überlegungen von S. J. Walker und J. Jahns [3]. Die Autoren schlugen ein System vor, welches rein diffraktiv arbeitet und in Quarzglas gefertigt wurde.



**Abb. 1** Prinzip der Strahlteilung mit einem Mikroprismenarray.

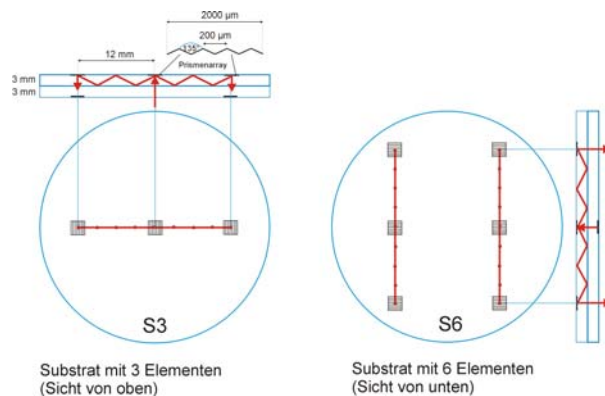
Bei dem hier besprochenen 1x4 Signal-Verteilsystem erfolgt die Lichtausbreitung im PMMA-Material. Die Strahlteilung bzw. –umlenkung wird durch Mikroprismenarrays reali-

siert, die durch Ultrapräzisionsbearbeitung hergestellt wurden und deren prinzipielle Arbeitsweise in Abbildung 1 gezeigt ist.

## 2 Das PMMA-PIFSO-System

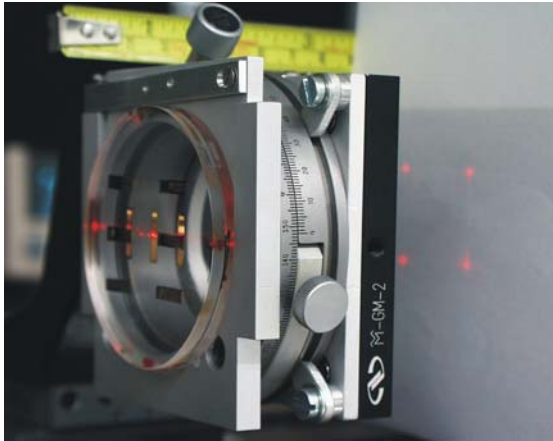
Das Verteilsystem wird aus fertigungstechnischen Gründen aus zwei Substrathälften zusammengesetzt. Auf beiden befinden sich Mikroprismenarrays, welche als Strahlteiler bzw. –umlenker benutzt werden.

Die beiden Substrathälften und deren Wirkungsweise sind schematisch in Abbildung 3 dargestellt, jeweils einzeln in Aufsicht sowie im Querschnitt. Der einfallende Strahl gelangt durch die Substrathälfte S6 mit den 6 Elementen auf das mittlere Prismenarray der Substrathälfte S3 mit den 3 Elementen. Dort erfolgt die Strahlteilung.



**Abb. 2** Schematische Darstellung des PMMA-PIFSO bestehend aus zwei Substrathälften, links ein 1x2 Strahlteiler, rechts zwei 1x2 Strahlteiler.

Das Licht breitet sich innerhalb des Substrats aus und trifft nach jeweils drei Reflexionen am PMMA-Luft-Übergang auf ein Prismenarray, um in der Substrathälfte mit den 6 Elementen senkrecht auf jeweils die mittleren Prismenarrays zu treffen. Die Lichtausbreitung erfolgt wiederum gemäß der obigen Beschreibung und verlässt das System mit 4 Teilstrahlen, wie es Abbildung 4 zeigt.



**Abb. 3** Das Signalverteilsystem im Laboraufbau.

Zur Verbesserung der Reflexionseigenschaften sind die Bereiche der Prismenarrays rückseitig mit Gold besputtert worden.

### **3 Zusammenfassung**

Die Ultrapräzisionsbearbeitung konnte erfolgreich zur Fabrikation eines einfachen PMMA-PIFSO-Systems eingesetzt werden. Diese Technik schließt gewissermaßen die Lücke zwischen den etablierten lithografischen Verfahren und den klassischen Bearbeitungsverfahren der konventionellen Optik. Damit eröffnen sich Möglichkeiten kostengünstig mikrooptische Systeme herzustellen.

### **Literatur**

- [1] K. Minami, "Optical Plastics", in Handbook of Plastic Optics (ed. S. Bäumer), *Wiley-VCH Weinheim* (2005), 109 – 147
- [2] E. Brinksmeier, O. Riemer, "Wirkmechanismen bei der Mikrozerspanung", *Mat.-wiss. u. Werkstofftech.* **31** (2000), 754 – 759
- [3] S. J. Walker, J. Jahns, "Optical clock distribution using integrated free-space optics", *Opt. Comm.* **90** (1992), 359 – 371