



## SAPHIRBEARBEITUNG DURCH SELECTIVE LASER-INDUCED ETCHING

### Aufgabenstellung

Das selektive laserinduzierte Ätzen (Selective Laser-induced Etching SLE) ist ein innovatives laserbasiertes Fertigungsverfahren zur Herstellung von Mikro- und Makrobauteilen sowie kompletten Mikrobaugruppen aus transparenten Materialien. Es erlaubt auch komplexe Bauteile direkt aus den digitalen Daten (CAD) herzustellen und ist somit besonders geeignet für die Fertigung von Kleinserien, Prototypen und Einzelstücken. Im Rahmen eines von der DFG geförderten Projekts wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Lasertechnik das SLE-Verfahren zur Bearbeitung von Saphir untersucht. Die hochpräzise Bearbeitung von Saphir und Rubin eröffnet viele neue Einsatzgebiete für diese Materialien u. a. in der Mikrosystemtechnik, Medizintechnik und chemischen Industrie.

### Vorgehensweise

Das selektive laserinduzierte Ätzen ist ein zweistufiger Prozess. In einem ersten Schritt wird das für die Laserstrahlung transparente Material im Inneren modifiziert. Dafür wird ultrakurz gepulste Laserstrahlung (500 fs - 5 ps) fokussiert (1 - 2  $\mu\text{m}$ ). Durch Bewegen des Fokus wird ein zusammenhängendes Volumen modifiziert, welches Kontakt zur Außenfläche des Werkstücks hat. In einem zweiten Schritt wird das modifizierte Material selektiv durch nasschemisches Ätzen entfernt. Für die digitale photonische Produktion von komplexen Bauteilen werden aus den digitalen CAD-Daten die Bahndaten für den Laserfokus erstellt und mittels CAM-Software das Mikrosystem synchron gesteuert.

### Ergebnis und Anwendungsfelder

In Saphir werden Bohrungen, Schnitte oder komplette Bauteile hergestellt. Der Durchmesser der als Beispiel abgebildeten Zahnräder beträgt 300 bzw. 500  $\mu\text{m}$ . Die hergestellten Mikrostrukturen können aufgrund von sehr hoher Härte des Grundmaterials auch als Abformwerkzeuge eingesetzt werden. Das Verfahren zeichnet sich durch sehr kleine Schnittfugenbreiten von  $< 5 \mu\text{m}$  aus. Durch den Einsatz eines speziell entwickelten Mikroschneiders werden beliebige Formen bis auf 1  $\mu\text{m}$  genau geschnitten. Mikrosystemtechnik, Feinmechanik, Medizin-, Chemie- und Biotechnik sind die Haupteinsatzgebiete für die mikrostrukturierten Bauteile.

Es werden Machbarkeitsstudien für spezifische Formen und Geometrien, Produktion von Mustern und Kleinserien sowie die Weiterentwicklung der Technologie durch Optimierung und Anpassung der Parameter an die Anforderungen der Kunden angeboten.

### Ansprechpartner

Dr. Jens Gottmann  
Telefon +49 241 8906-406  
jens.gottmann@ilt.fraunhofer.de

Dr. Arnold Gillner  
Telefon +49 241 8906-148  
arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de

3 Zahnräder ( $d = 500 \mu\text{m}$ ) aus Saphir  
auf einem Haar.

4 Zahnräder aus Saphir ( $500 \mu\text{m}$  und  $300 \mu\text{m}$ ).