



POLIEREN MIT ULTRAKURZ-PULSLASERSTRAHLUNG

Aufgabenstellung

Ultrakurz gepulste (UKP-)Laserstrahlquellen erschließen immer mehr Anwendungsgebiete, da sie Flexibilität im Design von Bauteilen und eine Miniaturisierung bis hin zu Strukturgrößen $< 10 \mu\text{m}$ ermöglichen. Nach der UKP-Laserablation weisen 3D-Strukturen eine Oberflächenrauheit von $0,4 \mu\text{m}$ bis $2 \mu\text{m}$ in Abhängigkeit der verwendeten Prozessparameter auf. Insbesondere bei der Abformung transparenter Kunststoffe werden höchste Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit des formgebenden Werkzeugs gestellt. Da die Strukturgrößen im Bereich einiger Mikrometer liegen, kommt eine manuelle Politur für den nachfolgenden Prozessschritt nicht in Frage. Maschinenunterstützte Polierverfahren sind ebenfalls nicht geeignet für die zum Teil sehr komplexen und kleinen Strukturgrößen.

Vorgehensweise

Am Fraunhofer ILT ist ein Verfahren mittels UKP-Laserstrahlung entwickelt worden, um nach der UKP-Laserablation die dreidimensionalen Mikrostrukturen in derselben Anlage zu polieren. Eigentlich besteht der Vorteil der UKP-Bearbeitung in einem verdampfungsdominierten Abtragsprozess ohne Schmelzbildung. Zur Glättung von Rauheitsspitzen und zum Polieren von Werkstücken wird allerdings eine schmelzflüssige Phase benötigt. Durch die extrem hohe Pulswiederholrate

- 1 *Metallwerkzeug mit dreidimensionalen UKP-Strukturen und selektiver UKP-Politur.*
- 2 *Prozess zum selektiven UKP-Polieren nach der UKP-Strukturherzeugung und Laserreinigung.*

von mehreren 10 MHz und einem Pulspicker, der einzelne Pulsgruppen zeitlich mit geregelter Frequenz im kHz-Bereich separiert, kann auch mit UKP-Laserstrahlung ein lokal begrenzter Schmelzfilm erzeugt werden.

Ergebnis

Aufgrund der räumlichen und zeitlichen Energiedeposition können Umschmelztiefen im Bereich weniger 100 nm bis hin zu $10 \mu\text{m}$ je nach Anwendungsfall erzielt werden. Durch das UKP-Polieren kann vor allem eine signifikante Reduzierung der Mikrorauheit erreicht werden, die zu einer Verringerung der Oberflächenrauheit von bis zu einem Faktor 4 führt. Die Flächenrate beträgt dabei $12,2 \text{ cm}^2/\text{min}$. In Kombination mit der UKP-basierten Herstellung von dreidimensionalen Mikrostrukturen können neben der Qualitätssteigerung auch selektiv Glanzgradeffekte generiert werden.

Anwendungsfelder

Neben dem formgebenden Werkzeugbau ist das Polieren mit UKP-Laserstrahlung auch für die Automobil-, Konsumgüter- und Elektronikindustrie interessant.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des Projekts eVerest unter dem Förderkennzeichen 02P14A145 durchgeführt.

Ansprechpartner

Andreas Brenner M. Sc.
Telefon +49 241 8906-8365
andreas.brenner@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus
Telefon +49 241 8906-627
martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de