



SELEKTIVES POLIEREN MITTELS ULTRAKURZ GE- PULSTER LASERSTRAHLUNG

Aufgabenstellung

Qualitativ hochwertige Oberflächen mit Sub- μm -Rauheiten und lokal angepassten Design- und Funktionsstrukturen gewinnen zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der hohen Präzision bei der Lasermaterialbearbeitung wird ultrakurz gepulste Laserstrahlung beispielsweise zur Herstellung von Mikrobohrungen und -strukturen eingesetzt. Oftmals ist ein nachgelagerter Polierschritt als Oberflächenfinish notwendig, um entsprechende Glanzgrade zu realisieren. Eine Laserpolitur hat sich aufgrund der teilweise komplexen Strukturen sowie ökologischer und automatisierungstechnischer Vorteile als geeignet erwiesen. Aktuell industriell eingesetzte Laserpolierverfahren basieren auf der Verwendung von cw- oder Kurzpuls-Laserstrahlung. Die Entwicklung eines UKP-Polierprozesses ermöglicht die unkomplizierte Integration eines Polierschritts in eine vollständig digitale photonische UKP-Prozesskette. Weiterhin wird eine räumlich hochaufgelöste Politur von neuen Design- und Funktionsoberflächen ermöglicht.

Vorgehensweise

Zur Erzeugung von Rauheiten $< 100 \text{ nm}$ wurden verschiedene Prozessstrategien zum Polieren mittels UKP-Laserstrahlung entwickelt. Durch den Einsatz einer hohen Pulsrepetitionsrate von 50 MHz bei entsprechend kleiner Pulsenergie kann gezielt ein Schmelzfilm erzeugt und Materialverdampfung vermieden

1 Großflächige UKP-Politur einer mit Mikrobohrungen versehenen Vacuum-Chuck-Platte.

2 Selektive Politur von dreidimensionalen UKP-Strukturen.

werden. Maßgeschneiderte Pulsbursts mit Repetitionsraten im 100 kHz-Bereich ermöglichen einen kontrollierten Schmelz- und Erstarrungsprozess. Die Verwendung großer Vorschubgeschwindigkeiten von bis zu 8 m/s resultiert in hohen Abkühlraten, wodurch eine Oxidation der Schmelze reduziert wird und der Einsatz einer Schutzgasatmosphäre beim UKP-Polieren vermieden werden kann.

Ergebnis

Durch die Kombination unterschiedlicher Prozessstrategien können unterschiedliche Schmelztiefen und Oberflächenqualitäten auf einer Werkstückoberfläche flexibel kombiniert werden. Übliche Schmelztiefen beim UKP-Polieren betragen $< 15 \mu\text{m}$. Rauheiten von $R_a < 80 \text{ nm}$ können mit Flächenraten von 7–15 cm^2/min erzeugt werden. Neben einer großflächigen Bearbeitung unter Luftatmosphäre wird insbesondere die lokal hochpräzise, selektive Politur ermöglicht.

Anwendungsfelder

Das UKP-Polieren ist besonders als Teilprozess in einer UKP-basierten photonischen Prozesskette relevant, um unterschiedliche Funktionsoberflächen insbesondere im Werkzeugbau für die Automobil- und Konsumgüterindustrie zu erzeugen.

Das diesem Bericht zugrundeliegende FuE-Vorhaben wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie BMWi unter dem Förderkennzeichen ZF4328108LT9 durchgeführt.

Ansprechpartner

Astrid Saßmannshausen M. Sc., DW: -638
astrid.sassmannshausen@ilt.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus, DW: -627
martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de