

Abstract zur Bachelorarbeit

Fachgebiet: Werkstoffkunde / Chemie
Name: Lein, Julia
Thema: **Untersuchung von Oberflächenmodifikationen bei der Ultrakurzpulslaserbearbeitung technischer Keramiken**
Jahr: 2017
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Jens Bliedtner
M. Eng. Maria Friedrich

Ziel. Das Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen welche Parametereinstellungen zu Oberflächenmodifikationen, insbesondere Schmelz- und Rissbildung, bei der Ultrakurzpulsablation von LTCC-Keramiken führen. Dabei sollte ermittelt werden, wie diese Erscheinungen durch eine Prozessanpassung vermieden oder gezielt ausgenutzt werden können, um die Qualität und Quantität der Bearbeitung zu optimieren.

Material und Methode. Die Untersuchung erfolgte an zwei unterschiedlichen LTCC-Keramiken. Zur Bearbeitung diente dabei eine Kurzpulslaseranlage mit einem Piko- und einem Femtosekundenlaser. Diese ermöglichte die Variation verschiedener innerer Prozessparameter. Weiterhin wurde mit Hilfe einer seitlichen Prozessgaszufuhr, einem Wasserbehälter und einer Heizeinrichtung der Einfluss unterschiedlicher äußerer Kenngrößen erforscht. Die Auswertung der Bearbeitungsqualität und -quantität erfolgte anschließend mit dem 3D-Laserscanning-Mikroskop und dem Rasterelektronenmikroskop anhand von Rauheit, Abtragstiefe, Mikroskopaufnahmen und EDX-Analyse.

Ergebnisse. Eine höhere Energiedichte während der Laserablation führt zu einer verstärkten Wärmeakkumulation im Material, was sich in Form oberflächlicher Schmelzerscheinungen und vermehrter Rissbildung äußert. Dabei geht die Schmelzbildung mit einer Zunahme der Oberflächenrauheit und einem verringerten Materialabtrag einher. Mit geeigneten Prozessparametern kann durch Bildung einer geschlossenen Schmelzfilmdecke jedoch eine Art Poliereffekt erzielt werden. Eine zusätzliche Materialerwärmung vor und während der Laserablation verringert zudem die Rissbildung.

Schlussfolgerung. Im Rahmen dieser Arbeit konnte der Einfluss unterschiedlicher innerer und äußerer Prozessparameter auf den Ultrakurzpulsabtrag von LTCC-Keramiken untersucht werden. Es wurde gezeigt, dass hohe Energiedichten Oberflächenmodifikationen begünstigen und eine gezielte Schmelzbildung einen Glättungseffekt bewirken kann. Da die geforderte Rauheit von $Ra \leq 0,1 \mu\text{m}$ für die Weiterverarbeitung in der Mikrotechnik bisher noch nicht erzielt wurde, stellt diese Arbeit eine Grundlage für weitere Untersuchungen diesbezüglich dar.

Schlüsselwörter. Oberflächenmodifikation, Ultrakurzpulslaser, Femtosekunden, technische Keramik, LTCC, Schmelzerscheinung

Abstract Bachelor Thesis

Specific Field: Materials science / Chemistry
Name: Lein, Julia
Bachelor Thesis: **Investigation of surface modifications in the ultrashort pulse laser processing of technical ceramics**
Year: 2017
Supervising Tutor: Prof. Dr.-Ing. Jens Bliedtner
M. Eng. Maria Friedrich

Purpose. The aim of this study was to examine which parameter settings cause surface modifications, such as melting structures and crack initiation for the ultra-short pulse ablation of low temperature co-fired ceramics (LTCC). The goal was to determine how an optimization of the process could improve or also avoid the occurrence of these surface alterations.

Methods. The experiments were carried out with a picosecond and a femtosecond laser on two different LTCC materials. The laser system allows various internal parameters to be set. To investigate the external influences a cross-jet, a water tank and a heater were used. The subsequent quality and quantity evaluation of the process was performed with the assistance of a laser scanning microscope and an electron scanning microscope. They were used to determine roughness, erosion depth, EDX analysis and surface images.

Results. The ultra-short pulse ablation in LTCC materials with high energy density promotes heat accumulation. As a result increased surface modifications especially melting patterns and cracking occur. The melting causes rise in surface roughness and a reduced material erosion, but with optimized process parameters it is possible to obtain a polishing effect with a melt film formation. An additional material heating before and during the laser ablation can reduce crack initiation of the ceramic surface.

Conclusion. During this study the influence of different internal and also external process parameters for the ultra-short pulse ablation of LTCC materials were explored. It has been shown that high energy densities in the ceramic favor surface modifications and that melting can result in a smoothing effect. The required roughness of $Ra \leq 0,1 \mu\text{m}$ for applying microelements to the surface has not yet been achieved, therefore this work represents a basis for further investigations in this regard.

Keywords. surface modification, ultra-short pulse laser, femtosecond, functional ceramic, LTCC, melting structure