

K 6: Lasermaterialbearbeitung II

Zeit: Mittwoch 14:00–15:30

Raum: HS D

K 6.1 Mi 14:00 HS D

Spektroskopische Temperaturbestimmung an laserinduzierten Eisenplasmen: Verfahren, Werkzeuge und Fehlerquellen

— ●ALFRED EICHHORN — Deutsch-Französisches Forschungsinstitut St.-Louis (ISL), Postfach 1260, 79574 Weil am Rhein

Das in diesem Beitrag vorgestellte Verfahren zur Temperaturbestimmung basiert auf der Anpassung einer geeigneten Modellfunktion an ein gemessenes Linienspektrum, wobei die Temperatur einer der Anpassungsparameter ist. Wie beim herkömmlichen Boltzmann-Plot werden auch hier die relativen Liniestärken ausgewertet. Der Vorteil besteht darin, dass nicht zuerst die Liniestärken aus dem gemessenen Spektrum einzeln ermittelt werden müssen; somit können auch schlecht getrennte Linien für die Temperaturermittlung benutzt werden. Die zunehmende Verfügbarkeit der notwendigen atomaren Daten in digitaler Form ist dabei sehr hilfreich. Von besonderer Bedeutung für ein korrektes Ergebnis sind: die Wahl eines geeigneten Bereichs des gemessenen Spektrums im Hinblick auf die Verteilung der oberen Energieniveaus; die Verfügbarkeit verlässlicher Daten für die betrachteten Linien, insbesondere der Übergangswahrscheinlichkeiten; die Berücksichtigung unterschiedlicher Absorption verschiedener Linien in den kühleren Randschichten des Plasmas. Anhand gemessener Spektren werden das Verfahren und mögliche Fehlerquellen dargestellt.

K 6.2 Mi 14:15 HS D

Calibration free laser-induced breakdown spectroscopy of industrial oxide materials

— ●PHILIPP KOLMHOFFER, BERNHARD PRAHER, JOHANNES HEITZ, and JOHANNES D. PEDARNIG — Christian Doppler Laboratory for Laser-Assisted Diagnostics, Institute of Applied Physics, Johannes Kepler University, A-4040 Linz, Austria

Laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) is used for various applications in industry, including fast compositional analysis of materials (major, minor, and trace elements). For quantitative element analysis, calibration standards have to be measured, or calibration-free LIBS (CF-LIBS) methods have to be employed. We modified the CF-LIBS algorithm and achieved increased accuracy in the determination of oxide concentration for materials containing MgO, CaO, and Fe₂O₃ [1]. This algorithm was applied for analysis of multi-component industrial oxide materials. For all investigated materials CF-LIBS concentration results agree well with reference values. The relative errors are <15 % for major oxides CaO, Al₂O₃, MgO, and SiO₂. For minor oxides the relative errors are larger. Variation of experimental parameters (e.g., laser fluence) over large range does not significantly change the CF-LIBS data. The results indicate that CF-LIBS can be employed for quantitative analysis of complex materials.

[1] B. Praher, V. Palleschi, R. Viskup, J. Heitz, J.D. Pedarnig, *Spectrochimica Acta Part B* 65 671-679 (2010).

K 6.3 Mi 14:30 HS D

Optimierung des LIBS-Signals zur chemischen Abbildung von Metallen durch Femtosekunden Doppelpulse— ●JUTTA MILDNER¹, CRISTIAN SARPE¹, NADINE GÖTTE¹, DIRK OTTO¹, WALDEMAR WESSEL², EUGEN MERDIAN², ANGELIKA BRÜCKNER-FOIT², MATTHIAS WOLLENHAUPT¹ und THOMAS BAUMERT¹ — ¹Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany — ²Universität Kassel, Institut für Werkstofftechnik - Qualität und Zuverlässigkeit, Mönchebergstr. 3, D-34125 Kassel, Germany

Es wird ein auf fs-LIBS basiertes Rasterabbildungsverfahren zur chemischen Analyse von Metallen mit hoher räumlicher Auflösung vorgestellt [1]. Um das Abbildungsverfahren zu optimieren, müssen sowohl die spektrochemische Sensitivität als auch die räumliche Auflösung erhöht werden. Die verschiedenen Anregungsprozesse im Festkörper sind zeitlich voneinander getrennt [2], sodass die Dynamik dieser Prozesse durch die Anwendung zeitlich geformter fs-Laserstrahlung (Doppelpulse) gezielt angesprochen werden kann. Der Einfluss der Verweilzeit (100 fs bis 800 ps) und der Intensitätsverhältnisse zwischen beiden Laserpulsen auf das LIBS-Signal und die Ablationsstrukturen werden diskutiert. Es konnte an Aluminium ein um eine Größenordnung höheres Signal erzielt werden, während die Ablationsstrukturen keine Änderungen aufweisen (Analysen via Rasterkraft- (AFM) und

Rasterelektronenmikroskopie (REM)).

[1] W. Wessel *et al.*, *Eng. Fract. Mech.* **77**, 1874–1883 (2010)[2] B. Rethfeld *et al.*, *Applied Physics A* **79**, 767–769 (2004)

K 6.4 Mi 14:45 HS D

ps micromachining of LiNbO₃ for optical applications— ●MAREIKE STOLZE¹, BENJAMIN WEIGAND², THOMAS HERRMANN¹, ANDREAS LENHARD², CHRISTOPH BECHER², and JOHANNES L'HUILLIER¹ — ¹Photonik-Zentrum Kaiserslautern e.V., Kohlenhofstraße 10, 67663 Kaiserslautern — ²Universität des Saarlandes, FR 7.2 Experimentalphysik, Campus E2.6, 66123 Saarbrücken

Over the past years waveguides in LiNbO₃ attended great interest in integrated optics. They opened a variety of application possibilities such as telecommunication or nonlinear optics, because of their remarkable optical properties. Ridge waveguide structures afford higher refractive index contrast and smaller cross section, whereby the intensity of the guided mode will be enhanced.

Several fabrication techniques have been established for LiNbO₃ such as wet and dry etching techniques. Micromachining with pulsed laser systems may be an attractive alternative. This process offers several benefits, like high precision and accuracy, flexibility in cutting complex shapes, and single-stage processing. We present results on laser micromachining of LiNbO₃ using a high-precision 5-axes workstation with a ps-laser system operating at 355 nm, 532 nm and 1064 nm. Ablation rates and threshold fluences will be presented, as well as the surface quality of the laser machined structures at different laser fluences. Based on these results first micromachined structures in LiNbO₃ will be presented.

K 6.5 Mi 15:00 HS D

Lokales Schweißen von Gläsern mit ultrakurzen Pulsen bei hohen Repetitionsraten— ●FELIX ZIMMERMANN¹, SÖREN RICHTER¹, SVEN DÖRING¹, STEFAN NOLTE^{1,2} und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2} — ¹Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Germany — ²Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena, Germany

Wir präsentieren unsere Ergebnisse zum lokalen Schweißen unterschiedlicher Gläsern mit ultrakurzen Laserpulsen. Die hohen Spitzenleistungen ultrakurzer Laserpulse führen zu nichtlinearen Absorptionsprozessen in transparenten Materialien. Koppelt man diese räumlich begrenzten Wechselwirkungen mit der auftretenden Wärmeakkumulation bei hoch repetierenden Lasersystemen kommt es zu einem lokalen Schmelzvorgang im Fokusvolumen. Mit Hilfe dieses Schmelzprozesses können transparente Materialien aneinander gefügt werden. Dabei sind auf das Material angepasste Laserparameter von grundlegender Bedeutung, damit langzeitstabile und feste Bindungen entstehen.

Durch die nur lokal auftretende Aufheizung des Materials im Fokusvolumen wird die thermische Beanspruchung des Materials minimiert und Festigkeiten von bis zu 75% des unbehandelten Volumenmaterials erreicht.

K 6.6 Mi 15:15 HS D

Mikrostrukturierung von Metallen und Hartstoffen mit Femtosekundenlaserstrahlung

— ●ANDY ENGEL, MANUEL PFEIFFER, STEFFEN WEISSMANTEL und PETER LICKSCHAT — Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida, Germany

Die Ergebnisse der Lasermikrostrukturierung verschiedener Stähle und Wolframkarbidhartmetall werden vorgestellt. Zu Beginn wird auf die durchgeführten grundlegenden Abtragsuntersuchungen an den jeweiligen Materialien sowie die Optimierung der Prozess- und Bearbeitungsparameter eingegangen. Der Einfluss verschiedener Laserstrahlwellenlängen auf das Bearbeitungsergebnis wird dargestellt. Die in den untersuchten Materialien realisierten Mikrostrukturen wie Bohrungen, Gräben, Vertiefungen und auch komplexe 3D-Strukturen wie Pyramiden und Halbkugeln weisen eine sehr gute Kantensteilheit, ebene, gleichmäßige Strukturkanten und eine geringe mittlere Rauheit (Ra kleiner 100 nm) des Strukturbodens auf. Im Rahmen der ebenfalls durchgeführten EDX-Analysen wurde in den strukturierten Oberflächenbereichen keine Entmischung bzw. Änderung der chemischen Zusammensetzung beobachtet.