

K 10: Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung

Zeit: Donnerstag 13:45–15:30

Raum: HS Physik

K 10.1 Do 13:45 HS Physik

Topologie von Oberflächen-Mikrorissen an TiAl mittels Femtosekunden-Laserinduzierter Breakdown-Spektroskopie — ●JUTTA MILDNER¹, LARS HAAG¹, LARS ENGLERT¹, WALDEMAR WESSEL², ALEXANDER HORN¹, ANGELIKA BRÜCKNER-FOIT² und THOMAS BAUMERT¹ — ¹Universität Kassel, Institut für Physik und CIN-SaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany — ²Universität Kassel, Institut für Werkstofftechnik - Qualität und Zuverlässigkeit, Mönchebergstr. 3, D-34125 Kassel, Germany

Das Wachstum von Mikrorissen in Titanaluminiden soll durch ein laserbasiertes Rasterabbildungsverfahren untersucht werden. Die lamellare Mikrostruktur dieses Hochtemperaturwerkstoffes beeinflusst hierbei sowohl die Rissbildung als auch deren Ausbreitung. Laserinduzierte Breakdown-Spektroskopie (LIBS) ist ein etabliertes Standardverfahren zur spektrochemischen Elementanalyse. Die Kombination von LIBS mit Femtosekundenlaserstrahlung [1] bietet die Vorteile minimalinvasiver Materialbearbeitung, der Erzeugung von Strukturen mit lateralen Abmessungen im μm -Bereich, einer vernachlässigbaren Wärmeeinflusszone und Schmelze. Damit ergibt sich ein spektrochemisches Analyseverfahren mit hoher räumlicher Auflösung. Zur Detektion der Lamellenstruktur im μm -Bereich wird die Plasmalumineszenz als Kontrastmechanismus verwendet. Der Einfluss von Modulationen der zeitlichen Energiestromdichteverteilung der fs-Laserstrahlung auf die Sensitivität des LIBS-Verfahrens und auf die Ablationsstrukturen wurde untersucht. Erste Messungen werden diskutiert.

[1] A. Assion *et al.* Appl. Phys. B **77**, 391–397 (2003)

K 10.2 Do 14:00 HS Physik

Erzeugung von Submikrometerstrukturen in Dielektrika mittels zeitlich geformter Femtosekunden-Laserstrahlung — ●LARS ENGLERT, LARS HAAG, JUTTA MILDNER, CRISTIAN SARPE-TUDORAN, ALEXANDER HORN, MATTHIAS WOLLENHAUPT und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CIN-SaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Femtosekunden Lasermaterialbearbeitung eröffnet in Kombination mit Pulsformungstechniken die Möglichkeit, die primären Ionisationsprozesse (Multiphotonen- und Avalanche-Ionisation) zu beeinflussen [1]. Die ultrakurze zeitlich geformte Laserstrahlung wird durch ein Mikroskopobjektiv auf Dielektrika fokussiert, wobei Strukturgrößen weit unterhalb der Beugungslimitierung erreicht werden [2]. Der neu eingesetzte spektrale Polarisationsformer ermöglicht entweder die Formung der Phase und Polarisation oder die Formung der Phase und Amplitude. Damit sind vielfältige zeitliche Polarisations- und Intensitätsverteilungen zugänglich, das Zeitfenster für geformte Laserstrahlung umfasst bis zu 13 ps. Die Entwicklung der Strukturgröße für verschiedene zeitliche Pulsformen und Laserenergien wird anhand von Rasterelektronenmikroskopaufnahmen diskutiert.

[1] L. Englert *et al.* Opt. Express **15** 17855–17862 (2007)

[2] L. Englert *et al.* Appl. Phys. A **92** 749–753 (2008)

K 10.3 Do 14:15 HS Physik

Präzise Laserstrukturierung zur Erzeugung von Bauteilen mit funktionalen Oberflächen — ●CLAUDIA HARTMANN, ANDREAS DOHRN und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen, Deutschland

Für die Produktion von Bauteilen mit funktionalen Oberflächen ist die präzise Laserstrukturierung ein wichtiges Werkzeug. Um eine präzise und schmelzarme Strukturierung zu erreichen, wurde ein ps-Laser mit einer Pulsdauer von 10 ps eingesetzt. Durch den Einsatz von ps-Pulsburst anstelle von Einzelpulsen kann die Abtragsrate bis zu 90 % gesteigert werden bei gleichzeitigem präzisiertem Abtrag mit Oberflächenrauigkeiten bis zu $R_a = 0,5 \mu\text{m}$. Dadurch wird es möglich schnell und präzise tiefe Mikrostrukturen oder mit anderen Verfahren nur schwer zu erzeugenden Strukturen wie kleine Näpfchenstrukturen in Replikationswerkzeugen herzustellen.

K 10.4 Do 14:30 HS Physik

Definierte Defekterzeugung in Glas mit hochrepetierender fs-Laserstrahlung — ●UDO LÖSCHNER, STEFAN MAUERSBERGER, JÖRG SCHILLE, ROBBY EBERT und HORST EXNER — Hochschule Mittweida - University of Applied Sciences, Mittweida, Germany

Fokussiert man hochintensive ultrakurze Laserpulse in transparentes

Material, können gezielt Defekte erzeugt werden. Für die Untersuchungen stand ein hochrepetierender Femtosekundenlaser der Firma Clark MXR mit einer Pulsenergie von 8 Mikrojoule und einer minimalen Pulslänge von 250 Femtosekunden zur Verfügung.

Das verwendete Glasmaterial ist für die Laserwellenlänge (1030 nm) hochtransparent, sodass mit Ausnahme einer sehr geringen Anzahl von Gitterdefekten und Verunreinigungen keine Einzelphotonenabsorption stattfinden kann. Wird das Material jedoch hochintensiven Laserpulsen ausgesetzt, wirken zunehmend nichtlineare Effekte wie Mehrphotonenabsorption und Selbstfokussierung.

In unseren Untersuchungen wurden detailliert Materialveränderungen in Abhängigkeit von wichtigen Prozessparametern wie Pulsenergie, Pulsdauer, Repetitionsrate und Bestrahlungsregime analysiert. Über weite Parameterbereiche konnte Filamentbildung als Folge einer Materialmodifikation beobachtet werden. Nur bei bestimmten Laser- und Bestrahlungsparametern, das bedeutet oberhalb einer Pulsennergieschwelle bei definierter Laserpulsüberlappung und Pulslänge, lassen sich gezielt Defekte in transparentem Material erzeugen.

K 10.5 Do 14:45 HS Physik

Glasschweißen mit Hilfe von ultrakurzen Laserpulsen — ●KRISTIAN CVECEK, MICHAEL SCHMIDT und ISAMU MIYAMOTO — Bayerisches Laserzentrum GmbH, 91052 Erlangen

Glas ist ein Material, das vielfältige Anwendungsmöglichkeiten bietet. Dabei besitzen Glasbauteile, die aus mehr als einer Glaskomponente gefertigt sind, jedoch den Nachteil, dass sie entweder gelehrt oder mechanisch gehaltert werden müssen. Im Gegensatz zum reinen Glasmaterial wird hier oft die mechanische Festigkeit und chemische Beständigkeit verringert. Wir stellen hier eine Möglichkeit vor, wie Gläser miteinander verschweißt werden können, indem durch ultrakurze Laserpulse ein Plasma im Glasinneren erzeugt wird, welches ein Aufschmelzen des benachbarten Glasmaterials bewirkt. Die Schmelzzone kann dabei so begrenzt werden, dass die aus dem Temperaturgradient resultierenden mechanischen Spannungen nicht zur Rissbildung führen.

K 10.6 Do 15:00 HS Physik

Mikrostrukturierung von Biomolekülen mittels Multiphotonenpolymerisation für optimiertes Zellwachstum in Tissue Engineering Anwendungen — ●SASCHA ENGELHARDT, NADINE SEILER, DOMINIK RIESTER und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen

Für einen funktionsfähigen Gewebeersatz sind sowohl die mechanischen Eigenschaften als auch die Anwesenheit der passenden Biomoleküle von Bedeutung. Ein Ansatz zur Lösung dieser Problematik ist die Herstellung von dreidimensionalen Zellscaffolds durch Multiphotonen-induzierte Prozesse von bioaktiven Substanzen. In der Arbeitsgruppe von Jason Shear (Kaehr *et al.*, Anal. Chem. 2006, 78, 3198-3202) wurde gezeigt, dass sich bovines Serum Albumin (BSA) ohne die Zugabe von photosensitiven Substanzen auf diese Weise vernetzen lässt. Hierbei wird durch die Absorption von zwei Photonen eines fokussierten Laserstrahls BSA radikalisiert. Im Anschluss findet eine kovalente Bindung mit chemisch aktiven Gruppen anderer Proteine. Hiervon ausgehend sollen Gerüststrukturen, oder funktionale Beschichtungen auf bestehenden Strukturen erstellt werden. Als Scaffold-Material kommt ein Gemisch von ECM-Bestandteilen, wie Fibrin, Elastin oder Laminin und bovinem Serum Albumin (BSA) als verbindendes, photoaktives Material zum Einsatz.

K 10.7 Do 15:15 HS Physik

Lasergestütztes Drucken von Zellen und bioaktiven Substanzen — ●DOMINIK RIESTER, NADINE SEILER, ELKE BREMUS-KÖBBERLING und ARNOLD GILLNER — Fraunhofer Institut für Lasertechnik, Aachen

Da medizintechnische Geräte bei deren Anwendung häufig zu Unverträglichkeitsreaktionen im Patienten führen ist eine Beschichtung der Oberfläche notwendig. Dabei müssen teilweise komplexe Strukturen beschichtet werden. Um dies realisieren zu können kommt das innovative, kontaktfreie Druckverfahren LIFT (Laser-Induced-Forward-Transfer) zum Einsatz. Dabei kann eine bioaktive Schicht (Zellen, Proteine usw.) von einem Target mit Absorberschicht (z. B. Titan) durch gezielten Laserabtrag auf ein Substrat, das medizintechnische Gerät, übertragen werden. Der Transfer erfolgt über eine laserindu-

zierte Verdampfung der Absorberschicht. Die resultierende Druckwelle transportiert die bioaktive Schicht über kurze Distanzen auf das Substrat. Im Gegensatz zu bisherigen Beschichtungsverfahren kann das zu übertragende Material auch als Trockensubstanz vorliegen. Es wird ei-

ne Verfahrensanlage entwickelt, mit der das Drucken komplexer Muster von empfindlichen Materialien, wie Wirkstoffen, Proteinen und Zellen, auf eine Oberfläche möglich ist. Durch die Integration eines computer-gesteuerten Strahlableitensystems wird das Verfahren beschleunigt.