

## K 10 Laseranwendungen und Lasermaterialbearbeitung

Zeit: Donnerstag 12:30–13:30

Raum: 1003

K 10.1 Do 12:30 1003

**Der Hauptvortrag von Herrn Kreutz findet bereits um 11:00 Uhr statt. — ● —**

K 10.2 Do 12:30 1003

**Untersuchung von Riffeln mit Subwellenlängenperiodizität erzeugt durch stark fokussierte Femtosekundenlaserstrahlung auf verschiedenen Materialien — ●RALPH WAGNER und JENS GOTTMANN — Lehrstuhl für Lasertechnik, RWTH Aachen, Steinbachstraße 15, 52074Aachen**

Beim Abtragen mit auf kleine Strahltaile ( $\varnothing 1\mu\text{m}$ ) fokussierter Femtosekundenlaserstrahlung ( $\tau=100\text{fs}$ ,  $\lambda=800\text{nm}$ ,  $400\text{nm}$  &  $266\text{nm}$ ) treten Riffel, d.i. laser-induzierte periodischen Oberflächenstrukturen (engl. LIPSS), mit einer Periodizität  $\Lambda$  auf, welche kleiner als die verwendeten Wellenlänge  $\lambda$  ist und vom bearbeiteten Material abhängt. Untersuchte Materialien sind Diamant, Gold, Kupfer, Lithiumfluorid, Lithiumniobat, Magnesiumfluorid, Polytetrafluorethylen, Quarzglas, Saphir, Silizium und Zirkonoxid. Die Riffel sind senkrecht zur Polarisationsrichtung der Laserstrahlung orientiert. Das Riffelmuster setzt sich, unabhängig von der Scanrichtung relativ zur Polarisationsrichtung, kohärent über mehrere überlappende Pulse fort. Untersucht wurden die Abhängigkeit des Riffelabstands  $\Lambda$  vom bearbeiteten Material, vom lateralem Pulsabstand, der Wellenlänge, der Laserpulsrepetitionrate, sowie der numerischen Apertur des zur Fokussierung verwendeten Objektivs. Ergebnisse über die Entwicklung der Riffel mit zunehmender Pulszahl werden gezeigt. Einige mögliche Modelle für das Entstehen der Riffel werden diskutiert und der Theorie für die Entstehung von Riffeln mit einer der Wellenlänge entsprechenden Periodizität gegenübergestellt. Mögliche Anwendungen werden aufgezeigt.

K 10.3 Do 12:45 1003

**3D-microstructuring of Pyrex, quartz glass and WC hard metal using femtosecond laser pulses — ●ANDY ENGEL, UDO LÖSCHNER, GÜNTER REISSE, and STEFFEN WEISSMANTEL — University of Applied Sciences Mittweida, Laserinstitut, Technikumplatz 17, 09648 Mittweida**

Comprehensive results on three-dimensional fs-laser microstructuring obtained at the laser institute of the University of Applied Sciences Mittweida will be presented. A fs-laser micromachining station FS150-10 from the 3D Micromac AG Chemnitz equipped with a Ti: Sapphire-Laser CPA 2010 from Clark-MXR Inc. Michigan was used for structuring. All experiments were performed with the laser beam focussed on the sample surface using different transmitting objectives and a reflective objective. Based on the investigation of the ablation behaviour in dependence of process parameters, various microstructures consisting of holes, channels and cavities and showing smooth walls and steep wall angles were produced in those materials. Thereby, either direct ablation or a combination of laser induced modification and subsequent chemical etching was applied. The parameters which were found to be optimum for the microstructuring of each material will be presented. Finally, it will be shown that complex 3D-microstructures can also be produced in those materials.

K 10.4 Do 13:00 1003

**Untersuchung zum Abtrag von Metallen mit pikosekunden und nanosekunden Mehrfachpulsen — ●CLAUDIA HARTMANN, ARNOLD GILLNER, TORSTEN FEHR, ÜMIT AYDIN, REINHARD NOLL und CHRISTOPH GEHLEN — Fraunhofer ILT, Steinbachstr. 15, 52074 Aachen**

Um den Abtrag von Metallen zu verbessern wurde pikosekunden und nanosekunden Laserstrahlung mit Mehrfachpulsen anstelle von Einzelpulsen eingesetzt. Besonderer Wert wurde auf einen schnellen, präzisen und reproduzierbaren Abtrag gelegt. Ein blitzlampengepumpter Nd:YAG Laser mit 10-80 ns Pulsdauer wurde verwendet, der mittels einer speziell getriggerten Pockelszelle Pulsfolgen mit 10 Hz produzierte. Des weiteren wurde eine kommerzielles Multipuls-Pikosekunden-Lasersystem (LUMERA) mit Pulsdauern  $< 15\text{ ps}$  und Repetitionsraten  $< 500\text{ kHz}$  verwendet. Die eingesetzten Pulsfolgen bestanden aus bis zu vier Pulsen mit Zeitdifferenzen zwischen  $20\text{ ns}$  und  $100\text{ }\mu\text{s}$ . Um die Abtragungsergebnisse von Einzel- und Mehrfachpulsen vergleichen zu können wurden die Abtragsgeometrie, Abtragsrate, Plasma- und Stoßwellenausbreitung sowie Plasmaparameter, wie z.B. Elektronendichte und Elektronentemperatur betrachtet. Bei der Verwendung von Mehrfachpulsen wurde z.B. mit na-

nosekunden Laserstrahlung die Abtragsrate um den Faktor 5 gegenüber Einzelpulsen gesteigert. Die Analyse soll zu einem Modell des Abtragens führen, das über die Auswertung der Spektren Rückschlüsse auf den Prozess zuläßt.

K 10.5 Do 13:15 1003

**Submikrometermaterialbearbeitung mit geformten Femtosekunden-Laserpulsen — ●LARS ENGLERT, MATTHIAS WOLLENHAUPT, LARS HAAG, RONJA BÄUMNER, CRISTIAN SARPE-TUDORAN und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany**

Materialbearbeitung durch Femtosekunden-Laserpulse führt bei einer Vielzahl von Materialien zu deterministischen Strukturen im Submikrometerbereich.

Mittels eines modifizierten Mikroskopieaufbaus wird der Einfluss von Pulsformung von Femtosekunden-Laserpulsen auf den Ablationsvorgang von Quarzglas und Saphir untersucht. Während der Materialbearbeitung auftretendes laserinduziertes Plasmaleuchten wird per Spektrometer und ICCD-Kamera erfasst [1, 2]. Zur Variation der zeitlichen Energiestromdichteverteilung wird ein spektraler Phasenmodulator [3] eingesetzt. Post-Mortem Analysen wurden mit Elektronenmikroskop und AFM durchgeführt. Die experimentellen Ergebnisse werden dargelegt und diskutiert.

[1] Assion et al. Appl. Phys. B **77**, 391-397 (2003)[2] Carr et al. Opt. Lett. **30** (6), 661-663 (2005)[3] Präkelt et al. Rev. Sci. Instr. **74** (11), 4950-4953 (2003)