

K 7: Laser Applications II

Zeit: Mittwoch 14:00–16:00

Raum: HS 3

K 7.1 Mi 14:00 HS 3

Numerische Simulation der Laser-Materie Wechselwirkung — ●MARCEL GOESMANN — Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst-Mach-Institut, EMI, Freiburg

Thermische und fluiddynamische Prozesse spielen eine wichtige Rolle bei der Wirkung intensiver Laserstrahlung auf Metallproben. Im vorliegenden Beitrag wird ein numerisches Modell vorgestellt, welches die wesentlichen thermischen Phänomene bei Bestrahlung einer Probe mittels cw-Laserstrahlung erfasst. Mit Hilfe dieses Simulationsmodells wurden experimentelle Daten analysiert und es wurde gezeigt, dass bei hohen Intensitäten eine Verminderung der effektiven Absorptivität auftritt. Diese Beobachtung wird durch die einsetzende Schmelzbaddynamik und die Bildung einer Dampf- bzw. Plasmawolke an der Oberfläche erklärt. Dies motivierte, dass das Modell neben der Wärmeleitung im Festkörper in Abhängigkeit von der auftretenden Laserleistung, vom Strahlprofil sowie von der Absorptivität der Oberfläche, auch Phasenübergänge und fluiddynamische Aspekte des aufgeschmolzenen Materials und der sich normal zur Oberfläche der Probe ausbreitenden Dampf- bzw. Plasmawolke erfasst. Hierzu wird ein Ansatz vorgeschlagen, der die nichtlinear gekoppelten Modellgleichungen als Freie-Randwert-Aufgabe formuliert. Das bedeutet, dass neben den Wärme- und Erhaltungsgleichungen auch die Bewegungen der Phasenübergänge mittels effizienter numerischer Diskretisierungsverfahren gelöst werden.

K 7.2 Mi 14:20 HS 3

Untersuchung von Plasmaeffekten bei der Wechselwirkung intensiver cw - Laserstrahlung mit Metallen — ●DOMINIC HEUNOSKE — EMI Freiburg

Bei der Bestrahlung von Metallen mit intensiver, kontinuierlicher Laserstrahlung im Kilowattbereich wird ein Plasma erzeugt, das den Energietransfer vom Laser an die Probe signifikant beeinflusst. Für eine genaue Analyse dieses Plasmas wurden Versuche mit einem Faserlaser bei einer Wellenlänge von 1070 nm und Strahldurchmessern im Bereich von einigen Millimetern durchgeführt. Ein experimentelles Setup aus drei verschiedenen Systemen zur Diagnostik wurde entwickelt, um detaillierte Kenntnisse über die Parameter des lasererzeugten Plasmas zu gewinnen. Die Dynamik der Plasmaexpansion wurde mit Hilfe einer Hochgeschwindigkeitskamera analysiert. Es konnte eine materialabhängige Expansionsgeschwindigkeit ermittelt werden. Bei spektroskopischen Messungen wurden Emissionsbanden von Aluminiumoxid bzw. Emissionslinien von atomarem Eisen identifiziert. Die Auswertung der spektroskopischen Daten erlaubt die Bestimmung von Elektronendichte und Elektronentemperatur. Mittels eines Mach-Zehnder Interferometers konnte zusätzlich die Elektronendichte und ihre räumliche Verteilung bestimmt werden. Die Ergebnisse dieser Messungen wurden exemplarisch für ein Plasmamodell verwendet. Dieses Modell wurde an das Emissionsspektrum eines Aluminiumdoublets, welches starke Selbstabsorption zeigt, räumlich aufgelöst simuliert und an die Messergebnisse angepasst. Auf diese Weise konnten die Ergebnisse der verschiedenen diagnostischen Methoden numerisch validiert werden.

K 7.3 Mi 14:40 HS 3

Generating Enantiomeric Excess in Thin Films of Chiral Molecules with Femtosecond Pulses — ●KATRIN OBERHOFER¹, FARINAZ MORTAHEB², JOHANN RIEMENSBERGER¹, FLORIAN RISTOW¹, REINHARD KIENBERGER¹, ULRICH HEIZ², HRISTO IGLEV¹, and ARAS KARTOUZIAN² — ¹Physics Department, Technical University of Munich, James-Frank-Str., 85748 Garching, Germany — ²Chair of Physical Chemistry, Technical University of Munich, Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching, Germany

Circularly polarized fs-pulses are used to desorb chiral molecules enantiospecifically from an achiral surface. We probe the optical activity of thin films of BINOL (1,1'-bi-2-naphthol), which are evaporated onto BK7 substrates, with the highly sensitive technique of second harmonic generation circular dichroism. The measured SHG-signal $I_{LCP/RCP}$ upon excitation with left/right circularly polarized (LCP/RCP) incoming fundamental light depends linearly on the thickness of the BINOL

film. The anisotropy factor $g = 2(I_{LCP} - I_{RCP}) / (I_{LCP} + I_{RCP})$ is determined after distinct desorption time steps. We reproducibly observe symmetric desorption and antisymmetric anisotropy factors for irradiation with LCP ($\Delta g < -0.18$) and RCP ($\Delta g > 0.18$) light. Measurements on pure R- and S-BINOL samples allow the estimation of the generated enantiomeric excess, for which we can give a conservative lower limit of 21 %. Furthermore, these observations demonstrate that enantio-enrichment is possible by desorbing chiral molecules from an achiral surface with circularly polarized light, which opens up new opportunities in the field of absolute asymmetric analysis.

K 7.4 Mi 15:00 HS 3

Transient Phototransformation of Chromone Molecules — ●KATRIN OBERHOFER¹, YANA FOMICHEVA², ANDREY SERGEEV², CHRISTIAN BRUNNER¹, KONSTANTIN LEVCHENKO³, VADIM KIYKO², REINHARD KIENBERGER¹, HRISTO IGLEV¹, and SERGEY GAGARSKIY² — ¹Physics-Department, Technical University of Munich, 85748 Garching, Germany — ²ITMO University, St. Petersburg, 197101 Russia — ³TsNITI Tekhnomash, Moscow, 121108 Russia

Broadband transient absorption spectroscopy is utilized to examine the photochemical transformation dynamics of chromone molecules. When exposed to UV light the studied chromone derivative transforms irreversibly from a non-luminescent form to a stable fluorescent form via a short-lived intermediate state. This process comprises breaking and subsequent new forming of chemical bonds. Fs-pump-probe spectroscopy reveals two excited state absorption bands in the visible range. Fitting the data according to a rate-equation model shows a two-step decay process for the higher energy band which can explain the proposed dynamics of the phototransformation. A first decay constant of 5 ps correlates with the typical time expected for the break of a bond. The subsequent electron relaxation into a new minimum is associated with a red-shift in the transient spectra. Further, atomic nuclei reorientation and relaxation in the excited state according to a second decay constant of 1.5 ns describe the subsequent transformation to the fluorescent final form of the molecule. These examinations are essential in consideration of applying the studied molecules in optical information recording.

K 7.5 Mi 15:20 HS 3

Aperture-Controlled Paraxial Filtering of Ultrafast Laser Radiation for Contact-Free Surface Patterning of Dielectrics with Nanoscale Axial Precision — ●JOACHIM KOCH¹, CHRISTOF SCHNEIDER², THOMAS LIPPERT², and DETLEF GÜNTHER¹ — ¹Swiss Federal Institute of Technology, Laboratory of Inorganic Chemistry, ETH Zürich, Wolfgang-Pauli-Strasse 10, CH-8093 Zürich, Switzerland — ²Laboratory for Multiscale Materials Experiments, Paul-Scherrer-Institute, CH-5232 Villigen-PSI, Switzerland

We report on the prospects of near ultraviolet (NUV) ultrafast laser radiation for the surface patterning of dielectric materials with sub-100 nm axial precisions. A low Fresnel (F)-number optical sequence capable of projecting radiation with uniform intensity profiles across an objective lens' image plane was conceived: It made use of an array of apertures, which served as paraxial cut-off filter to flatten the radiation intensity profile and to cancel out noise arising from Fourier spatial frequencies higher than 10^4 m^{-1} . In this way, patterning of surface features practically free of tilt and bulge became possible.

Confocal microscopy on SrTiO₃ targets exposed to bursts of NUV laser pulses using irradiances of less or equal 10^{10} W/cm^2 revealed mid- to long-range axial precisions well below 100 nm. However, scanning electron microscopy indicated the formation of surface periodic structures, which occasionally limited the short-range axial precision to approximately half of the radiation's wavelength. Theory essentials underlying the reported low F-number optical sequence are outlined and technical aspects about its design and applicability are discussed.

after break Mitgliederversammlung