

MI 5: X-Ray Spectrometry and Tomography

Time: Tuesday 9:30–12:45

Location: BEY 81

Invited Talk

MI 5.1 Tue 9:30 BEY 81

Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Ionen — ●GÜNTER ZSCHORNACK — Technische Universität Dresden, Fachbereich Physik, Dresden

Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Ionen ist von grundlegendem Interesse für basisphysikalische Untersuchungen bis hin zur Gewinnung spezieller Atomdaten für die Fusionsforschung, Metrologie und Astrophysik. Mit der Verfügbarkeit von EBIS/EBIT-Ionenquellen sind hervorragende Voraussetzungen für die energie- und wellenlängendispersive Spektrometrie von Röntgenstrahlung aus Prozessen der Direkten Anregung, der Strahlenden Rekombination und der Dielektronischen Rekombination gegeben. An Hand ausgewählter Resultate berichten wir über spektroskopische Messungen an wasserstoff- bis neonähnlichen Fe-, Ar-, Kr- und Xe-Ionen, welche in hochdichten Elektronenstrahlen erzeugt wurden. Neben klassischer Röntgenspektroskopie wurde zeitaufgelöst die Röntgenstrahlung bei fortschreitender Ionisation in der Ionenfalle von EBIS/T vermessen und ausgewertet. Darüber hinaus werden Beispiele für die Röntgenemission bei der Wechselwirkung hochgeladener Ionen mit Festkörperoberflächen diskutiert. Der Vortrag gibt eine Übersicht über verschiedene relevante spektroskopische Techniken und zeigt Möglichkeiten, wie die Röntgenspektroskopie an hochgeladenen Ionen der Gewinnung grundlegender physikalischer Erkenntnisse dient.

MI 5.2 Tue 10:15 BEY 81

Feinfokussierte Strahlen von hochgeladenen Ionen (HCI-FIB) — ●MIKE SCHMIDT¹, GÜNTER ZSCHORNACK², VLADIMIR PETROVICH OVSYANNIKOV¹ und JACQUES GIERAK³ — ¹DREEBIT GmbH, Dresden, Deutschland — ²TU Dresden, Dresden, Deutschland — ³LPN/CNRS, France, Frankreich

Die DRESDEN EBIS/T Plattformtechnologie umfasst kompakte bei Raumtemperatur betriebene Elektronenstrahlquellen/-fallen (engl.: Electron Beam Ion Sources/Traps, EBIS/T) aber auch eine neue flüssighelium-freie supraleitende EBIS. Diese Quellen eignen sich für zahlreiche Anwendungsfelder. In diesem Beitrag geben wir einen Überblick über aktuelle Aktivitäten zur Erzeugung feinfokussierter Strahlen hochgeladener Ionen. Wir stellen eine FIB-Lösung für Sub-Mikrometer Strahlen von Edelgasionen und zahlreichen anderen Spezies hochgeladener Ionen vor. Ein entsprechender Prototypenaufbau wurde entwickelt und in Betrieb genommen. Der Aufbau besteht aus einer modifizierten Dresden EBIS, einer FIB-Säule und einer Targetkammer zur Modifikation und Untersuchung verschiedener Proben. Die Targetkammer ist mit einem Probentransfersystem, einem Probenhalter, einem Probenpositioniertisch und einem Sekundärelektronenvervielfacher (SEV) bzw. einem Laufzeitsekundärionenspektrometer (TOF-SIMS) zur Oberflächenanalyse bzw. zur Elementenanalyse ausgestattet. Erste Experimente wurden durchgeführt und werden präsentiert. Diese Arbeit wird unterstützt vom EFRE Fund der EU und dem Freistaat Sachsen (Projects 12321/2000 and 12184/2000).

MI 5.3 Tue 10:30 BEY 81

Hochauflösende Elektronenstrahlmikroanalyse im Submikrometerbereich — ●JÜRGEN BÖRDER — JEOL (Germany) GmbH, Oskar-von-Miller-Str. 1A, 85386 Eching

Die Zusammensetzung von Festkörpern ist auf vielen wissenschaftlichen Gebieten eine wichtige Information. Bisher konnten die benötigten Informationen durch Elektronenstrahlmikrosonden ausreichend beantwortet werden. Die hierbei erreichte laterale Auflösung bewegte sich, je nach Zusammensetzung und Beschleunigungsspannung, bei ca. 1 μm .

Aufgrund immer kleiner werdender Strukturen versuchte man, unter entsprechenden Bedingungen, die Informationen unter 1 μm mit einem Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop und EDS zu erhalten. Bei geringen Anregungsspannungen von 6-8keV konnte die laterale Auflösung erreicht werden. Jedoch ließen sich aufgrund der schlechten Energieauflösung nur wenige Fragestellungen damit lösen.

Einen neuen Ansatz lieferte die Elektronenstrahlmikrosonde mit Thermischem Feldemitter. Bei dieser Anordnung verbindet man den hohen Strom bei kleinem Strahldurchmesser mit der guten spektralen Auflösung von Kristallspektrometern. Dadurch wurde eine Ortsauflösung von 200nm erreicht.

MI 5.4 Tue 10:45 BEY 81

Untersuchungen des Titan / Titankeramik - Verbundes unter besonderer Berücksichtigung von EDX - Analysen — ●GERT RICHTER¹, ALEXANDER SCHUBERT¹, HEIKE MEISSNER¹, URSULA RANGE², KLAUS BÖNING¹, BERND REITEMEIER¹, ENRICO LANGER³ und SIEGFRIED DÄBRITZ³ — ¹Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, TU Dresden, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden — ²Institut für Medizinische Informatik und Biometrie, TU Dresden, Fetscherstraße 74, 01307 Dresden — ³Institut für Festkörperphysik, TU Dresden, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden

Titan hat sowohl in der Implantologie als auch in der prothetischen Versorgung mit Kronen und Brücken Bedeutung erlangt. Die Haftfestigkeit der aufgebrannten Keramik entspricht nicht immer den geforderten Kriterien. Mit Hilfe von speziellen Verfahren zur Diffusion von Silizium im Titan kann die Haftfestigkeit deutlich verbessert werden. Für die vorgestellten Untersuchungen wird das Magnetronspütern zur Erzeugung von amorphen TiSi-Schichten unterschiedlicher Zusammensetzung als Träger des Silizium genutzt. Die Festigkeit des Verbundes kann bis zu 60% gegenüber einer konventionellen Keramikbeschichtung gesteigert werden. Mittels EDX-Messungen werden Verteilungsprofile der Elemente unterschiedlicher Behandlungen in der Übergangszone Titan/Keramik erstellt und damit die Festigkeitssteigerung interpretiert.

MI 5.5 Tue 11:00 BEY 81

Mikro-Röntgenfluoreszenz - Alternative oder Ergänzung zur Elektronenstrahlmikroanalyse? — ●MICHAEL HASCHKE, ULRICH WALDSCHLÄGER, UWE ROSSEK und ROALD TAGLE — Bruker Nano, 12489 Berlin, Deutschland

Mit der Verfügbarkeit von Röntgenoptiken wurde die Elementanalytik mit Hilfe der Röntgenfluoreszenz-Spektroskopie auch für kleine Probenareale möglich. Die Konzentration der anregenden Strahlung mit Hilfe von Kapillaroptiken sichert eine ausreichend hohe Anregungsintensität, um auch von kleinen Probenflächen hohe Fluoreszenzintensitäten zu gewinnen. Damit steht die μ -RFA im Wettbewerb zur Elektronenstrahl-Mikroanalyse. Dabei haben beide Methoden ihre speziellen Vorteile. Die Ortsauflösung wird wesentlich durch die Spotgrößen der anregenden Strahlung bestimmt. Diese ist durch die Fokussierbarkeit der Elektronen bei der Elektronenstrahl-Mikroanalyse deutlich besser. Andererseits ist die Empfindlichkeit für den Spurennachweis bei einer Anregung mit Röntgenstrahlung deutlich besser. Ein anderes Merkmal ist die Informationstiefe, die sich bei beiden Methoden unterscheidet und damit die möglichen Applikationen beeinflusst. Diese Parameter sowie auch die Bedingungen für die Messvorbereitung und -durchführung werden im Vortrag untersucht und deren Einfluss auf die analytische Leistungsfähigkeit diskutiert. Anhand von Beispielen werden die Möglichkeiten der Mikro-Röntgenfluoreszenz bei der Materialcharakterisierung vorgestellt.

15 min. break

MI 5.6 Tue 11:45 BEY 81

Sequential femtosecond X-ray imaging — CHRISTIAN M. GÜNTHER^{1,2}, ●BASTIAN PFAU^{1,2}, ROLF MITZNER^{2,3}, BJÖRN SIEMER³, SEBASTIAN ROLING³, HELMUT ZACHARIAS³, OLIVER KUTZ², IVO RUDOLPH², ROLF TREUSCH⁴, and STEFAN EISEBITT^{1,2} — ¹TU Berlin, Institut für Optik und Atomare Physik, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin — ²Helmholtz-Zentrum Berlin GmbH, A.-Einstein-Str. 15, 12489 Berlin — ³Universität Münster, Physikalisches Institut, 48149 Münster — ⁴HASYLAB at DESY, Notkestraße 85, 22607 Hamburg, Germany

Recording a *molecular movie* featuring atomic spatial resolution on the femtosecond timescale set by atomic motion can be considered as the ultimate goal of dynamic real-space imaging. Free-electron x-ray lasers with their (sub)nanometer wavelength, femtosecond pulse duration and high brilliance fuel the hope that this may ultimately become possible. Here, we demonstrate a holographic imaging approach capable of recording two independent images at variable delay times between 15 fs and 15 ps. A soft-x-ray beamsplitter allows to perform a Fourier Transform holography experiment in a cross-beam setup. The two resulting holograms with inherent time difference are superimposed on the CCD detector. During the reconstruction process

the images are separated in space. The concept overcomes the readout time limitations of 2D area detectors.

MI 5.7 Tue 12:00 BEY 81

The nano tomography setup at the HZG imaging beamline at PETRA III — ●MALTE OGURRECK, ASTRID HAIBEL, FELIX BECKMANN, FABIAN WILDE, MARTIN MÜLLER, and ANDREAS SCHREYER — HZG, Geesthacht, Germany

The new PETRA III synchrotron storage ring at DESY in Hamburg achieves a very high brilliance in combination with an extremely low emittance of 1 nmrad. These unique beam characteristics open new chances for many scientific fields, including several imaging applications. The Imaging Beamline IBL at PETRA III, operated by the HZG (Helmholtz-Zentrum Geesthacht), is dedicated to tomography and provides two endstations, one for micro tomography and one for nano tomography.

Here, we present the setup concept for the nanotomography endstation. The technical specifications will aim for 3D imaging with a spatial resolution of below 100 nm. This nanometer resolution will be achieved by using different combinations of compound refractive lenses as X-ray optics. In addition a microscopic optic for magnifying the images after the converting in visible light will be used, too. The overall setup is designed to be very flexible, which allows also the implementation of other optical elements (e.g. Fresnel zoneplates, KB mirrors) as well as the application of different magnifying techniques like cone-beam tomography or a X-ray microscopy.

MI 5.8 Tue 12:15 BEY 81

X-ray nano-tomography and nano-spectroscopy with the HZB X-ray microscope — ●PETER GUTTMANN, STEFAN REHBEIN, STEPHAN WERNER, and GERD SCHNEIDER — Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH, Wilhelm-Conrad-Röntgen-Campus, Albert-Einstein-Str. 15, 12489 Berlin, Germany

The HZB X-ray microscope at the undulator beamline U41 at BESSY II is a unique setup allowing cryo-tomography of biological samples to reveal 3D ultra-cellular structures without staining or sectioning of the samples [1]. Flat sample holders can be used which allows the

investigation of e.g. adherent mammalian cells. The resolution for tomographic data sets of real biological samples was determined to 36 nm (Rayleigh criterion). For 2D images 11 nm lines and spaces can be resolved by using a higher order of the zone plate objective for imaging. Furthermore, due to the available monochromaticity of up to 10000 spectromicroscopy of nano-sized particles were performed with this full-field X-ray microscope. For creating NEXAFS spectra image stacks with about $10\ \mu\text{m} \times 10\ \mu\text{m}$ field of view containing a lot of nano-particles for statistics in less than 2 hours were accomplished. The setup and characteristics of the x-ray microscope are described. Results in the field of biology and material sciences are presented.

Reference: [1] Schneider et al., Nat. Methods 7 (2010), 985-987

MI 5.9 Tue 12:30 BEY 81

Development of high energy spin-resolved photoelectron spectroscopy technique for the exploration of novel functional materials for spintronic applications. — ●G. STRYGANYUK¹, E. IKENAGA², X. KOZINA¹, T. SUGIYAMA², K. KOBAYASHI³, K. INOMATA⁴, A. GLOSKOVSKII¹, G. SCHOENHENSE¹, G. FECHER¹, and C. FELSER¹ — ¹Johannes Gutenberg - University, Mainz, Germany — ²Japan Synchrotron Radiation Research Institute, SPring-8, Hyogo, Japan — ³National Institute for Materials Science, SPring-8, Hyogo, Japan — ⁴NIMS, Tsukuba 305-0047, Japan

Growing interest in search and development of spintronic materials requires spin resolved studies of their electronic structure. We report on the development of spin-resolved HAXPES technique which is under the implementation at BL47XU beamline of SPring-8. Spin-resolved HAXPES technique is facilitated by a combination of Scienta R-4000-10keV hemispherical analyzer with new spin detector based on Spin-Polarized Low Energy (104.5 eV) Electron Diffraction (SPLEED) at W(100) surface. Spin-resolution efficiency of the detection system has been tested with secondary spin-polarized electrons from exchange-biased CoFe thin film on top of IrMn antiferromagnetic layer. The throughput of SPLEED detector has been improved via optimization of electron focusing. This improvement enabled the increase of resolution and spin-resolved measurements for valence states with a countrate of about 20-50 cps.

This work is financially supported by DfG-JST (FE633/6-1).