

## P 9: Poster: Plasmatechnology

Time: Tuesday 16:00–18:00

Location: Lichthof

P 9.1 Tu 16:00 Lichthof

**Energiestrommessungen in einer Metallclusterquelle zur Abscheidung von Nanokompositen** — ●SVEN BORNHOLDT<sup>1</sup>, TILO PETER<sup>2</sup>, THOMAS STRUNSKUS<sup>2</sup>, VLADIMIR ZAPOROJTCHEKOV<sup>2</sup>, FRANZ FAUPEL<sup>2</sup>, MATTHIAS WOLTER<sup>1</sup> und HOLGER KERSTEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, CAU Kiel — <sup>2</sup>Institut für Materialwissenschaft, CAU Kiel

Nanokomposite, die aus einem Dielektrikum mit eingebetteten Metallclustern bestehen, weisen interessante funktionelle Eigenschaften auf [1]. Die Beeinflussung der Clusterbildung und -größe auf der Substratoberfläche bringt allerdings einige Nachteile mit sich. Aus diesem Grund wird eine zur Clustererzeugung konstruierte Magnetronquelle eingesetzt, mit deren Hilfe Cluster substratunabhängig in der Gasphase erzeugt werden können. In diesem Prozess werden die Plasmaparameter durch die Mischung von Argon und Helium beeinflusst.

Um ein tiefergehendes Verständnis der in dieser Plasmaquelle ablaufenden Prozesse zu erhalten, wird diese mittels einer kalorimetrischen Sonde [2] untersucht. Von besonderem Interesse sind die Abhängigkeit der Energieeinträge vom Mischungsverhältnis der Gase und von der Vorspannung des Substrates bzw. der Sonde. Die Messungen der Energieeinträge im Plasma und auf das Substrat werden mit den Ergebnissen der UV/VIS Emissionsspektroskopie und den XPS Messungen zur chemischen Charakterisierung der entstehenden Nanokomposite korreliert.

[1] F. Faupel, et al. Contributions to Plasma Physics (2007), 47(7), 537-544

[2] Kersten et al., Vacuum (2001), 63, 385

P 9.2 Tu 16:00 Lichthof

**Energiestrommessungen in Prozessplasmen mittels kalorimetrischer Sonden** — ●SVEN BORNHOLDT, MARC STAHL und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, CAU Kiel

Plasma-Oberflächen-Wechselwirkungen spielen besonders in industriell genutzten Plasmen eine zentrale Rolle. Die energetischen und thermischen Verhältnisse an der Substratoberfläche unter Einfluss eines Plasmas beeinflussen maßgeblich die ablaufenden elementaren physikalischen und chemischen Prozesse [1]. Ätz- bzw. Wachstumsraten, chemische Zusammensetzung und Struktur der aufwachsenden Schichten lassen sich durch Variation der Prozessparameter steuern. Zur Bestimmung der Energieeinträge auf ein Substrat lassen sich kalorimetrische Sonden einsetzen. Mit diesen Sonden können die Energiebeiträge der verschiedenen Plasmaspezies (Elektronen, Ionen, Neutrale), Strahlung sowie die frei werdenden Energien durch Schichtbildung und Rekombination gemessen werden [2].

In diesem Beitrag wird das Grundprinzip der kalorimetrischen Sonde und unterschiedliche Kalibrierungsmethoden (Laser, stoßfreie Elektronen) vorgestellt. Ausserdem werden exemplarisch Untersuchungen in verschiedenen Plasmen, die in industriellen Anwendungen genutzt werden, wie HF-Plasma, Ionenstrahlquelle [3] und Magnetron [4] gezeigt.

[1] Thornton, J. Vac. Sci. Technol. (1974), 11, 666-670

[2] Kersten et al., Vacuum (2001), 63, 385

[3] Stahl et al., RSI, accepted (2009)

[4] Lundin et al., J. Phys. D: Applied Phys. (2009), 42, 185202

P 9.3 Tu 16:00 Lichthof

**HMDSO Deposition auf Polyethylen-Pulver mittels Hohlkathodenglimmentladung in einem Wendelförderer** — ●MEIKE QUITZAU, MATTHIAS WOLTER und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel

Die Abscheidung dünner Schichten mittels plasmagestützter Gasphasenabscheidung (PECVD) ist sehr effizient, um Polymere wie z.B. Polyethylen (PE,  $(C_2H_4)_n$ ) mit definierten funktionellen Oberflächeneigenschaften zu erzeugen. So können beispielsweise solche Polymerfilme als Schutzschichten für optische Bauteile, Barrierschichten für Lebensmittel oder Beschichtungen für biokompatible Materialien eingesetzt werden. Für siliziumoxidhaltige Schichten wird Hexamethyldisiloxan (HMDSO) als Prekursor und Argon als Trägergas verwendet.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde PE-Pulver mittels einer Hohlkathodenglimmentladung in einem Wendelförderer modifiziert. Dieser Aufbau ermöglicht eine kontinuierliche und homogene Oberflächenmodifikation bei beliebiger Behandlungszeit. Die im Ar/HMDSO Plasma gebildeten reaktiven Spezies wurden mit optischer Emissionsspektroskopie bei verschiedenen Gasmischungsverhältnissen untersucht.

Die Zusammensetzung (funktionelle Gruppen) der auf dem PE-Pulver abgeschiedenen  $SiO_x$ -Schicht wurde mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie analysiert. Mittels Kontaktwinkelmessungen konnten die Änderung der Oberflächenenergie und die Langzeitstabilität der Oberflächenmodifikation an Luft bei unterschiedlichen Ar/HMDSO Verhältnissen verifiziert werden.

P 9.4 Tu 16:00 Lichthof

**Biofunctional Plasma Polymerized Ethylenediamine Thin Films** — ●HOLGER TESTRICH<sup>1</sup>, HENRIKE REBL<sup>2</sup>, FRANK WIENHOLTZ<sup>1</sup>, BARBARA NEBE<sup>2</sup>, and JÜRGEN MEICHSNER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Greifswald, Institute of Physics, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17487 Greifswald — <sup>2</sup>University of Rostock, Centre of Medical Research, Schillingallee 69, 18057 Rostock

Plasma polymerized ethylenediamine (PPEDA) thin films (15-80 nm) were deposited on different biomedical substrates relevant to endoprosthesis by means of low pressure capacitively coupled 13.56 MHz plasma. The plane samples for the cell adhesion tests consist of titanium alloy with a diameter of 11 mm and a thickness of 2 mm. The substrates have a roughness  $R_a$  of 20  $\mu m$  which is typical for hip joint endoprosthesis. Additionally, a stick with the length of 150 mm and diameter of 12 mm is used for abrasion tests. The plasma processing parameters (plasma power, gas mixture, pressure, continuous and pulsed plasma operation) were studied for the optimization of PPEDA thin film properties concerning the cell adhesion. The human osteoblastic cells MG-63 (ATCC) were used, cultivated in DMEM at 37 °C and 5 %  $CO_2$ . While the initial cell adhesion (10 min) on PPEDA thin films deposited in the continuous plasma operation is similar to uncoated samples, the adhesion is significantly enhanced on PPEDA films deposited in pulsed mode operation. The investigations were realized within the BMBF collaborative research project "Campus PlasmaMed", grant no 13N9774.

P 9.5 Tu 16:00 Lichthof

**Plasmapolymerisierte Barrierschichten auf Polyethylen-terephthalat (PET)** — ●SIMONE PLOG, ANDREAS SCHULZ, MATTHIAS WALKER und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart

In den vergangenen Jahren gewann die Oberflächentechnologie zur Anpassung und Veränderung von Materialoberflächen stark an Bedeutung. In der Plasmatechnologie bedient man sich dabei unter anderem der sog. ECR-Plasmen. Dabei werden Elektronen an der Zyklotronresonanz geheizt, wogegen die Ionen in diesem thermodynamischen Nichtgleichgewicht nahezu Raumtemperatur beibehalten.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Herstellung und Charakterisierung plasmapolymerisierter Barrierschichten auf dem Polymer PET. Der Abscheidungsprozess wurde durch ein ECR-Plasma erzeugt, wobei als Arbeitsgase Sauerstoff und HMDSN (Hexamethyldisilazan) verwendet wurden. Durch Einflussnahme auf das Mischungsverhältnis beider Gaskomponenten sowie der Schichtdicke der Barrierschicht wurde der  $SiO_2$ -Anteil der abgeschiedenen Schicht variiert und die Wasserdampfpermeation stark verringert. Die Schichtzusammensetzung und die Morphologie der Barrierschichten wurden durch Untersuchungen am IR-Spektrometer und REM charakterisiert.

P 9.6 Tu 16:00 Lichthof

**Deposition of nitrogen-organic thin films using an atmospheric pressure microplasma jet.** — ●ANDREAS VOGELSANG, JAN SCHÄFER, RÜDIGER FOEST, and KLAUS-DIETER WELTMANN — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., Greifswald, Germany

The characteristics of miniaturized low-power atmospheric plasma jets are such that special applications become possible in the fields of e.g. analytical chemistry, surface modification and thin film deposition. Processes that generate amino-group containing films are desired for biomedical applications, where thin films enhance the cell adhesion for example on coated implants [1]. Results are presented for the deposition of amino-functionalized films by means of a plasma jet operating at 27.12 MHz with argon and admixtures of Cyclopropylamine ( $C_3H_5 - NH_2$ ). The plasma source is characterized by two ring electrodes around two concentric arranged capillaries. The outer one con-

sists of quartz and serves as dielectric barrier, whereas the inner capillary introduces the chemical reagent to the plasma region. Process parameters and deposition conditions are varied systematically and the resulting deposition profiles are analyzed by XPS after derivatization with TFBA. It is shown that the amino-group content depends strongly on treatment time, power of the jet and the composition of the ambient atmosphere.

[1] B. Finke, F. Luethen, K. Schröder et al., *Biomaterials* 28 (2007) 4521-4534

P 9.7 Tu 16:00 Lichthof

**Surface modification of zircon oxide ceramics by an atmospheric plasma jet** — ●ANTJE LEHMANN<sup>1</sup>, ANDRÉ RUEPPELL<sup>1</sup>, STEFAN RUPF<sup>2</sup>, MATTHIAS HANNIG<sup>2</sup>, and AXEL SCHINDLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Oberflächenmodifizierung e.V., Permoserstr. 15, 04318 Leipzig — <sup>2</sup>Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Zahnerhaltung, Parodontologie und Präventive Zahnheilkunde, 66421 Homburg/Saar

Zircon oxide ZrO<sub>2</sub>, a hard, corrosion resistant, bio-compatible with high flexional strength. Therefore, it is widely used dentistry. Problems exist with the bonding between the ZrO<sub>2</sub> surface and adhesive resin cement. In this work atmospheric plasmas treatment has been used to modify polished ZrO<sub>2</sub> surfaces to enhance their wettability as an approach to improve the unsatisfactory bonding mentioned. We used a pulsed 2.45 GHz microwave driven plasma jet of an average power of lower than 10 W with helium as carrier gas. We observed strong increase of surface wettability and surface energy after plasma exposures with different gas mixtures (helium only and helium plus oxygen admixture), respectively, measured by the contact angle method. Furthermore, using XPS we measured an increase of the oxygen content from 57,9 at% to 63,9 at% and at the same time a decrease of carbon from 17,9 at% auf 8,1 at% at the surface after plasma jet treatment. This work is continued to optimize the plasma jet treatment by adjustment of plasma power and gas mixtures to vary reactive species produced in the jet, measured by mass spectrometry. The retentive strength will be finally measured by means of pull-off tests using zircon oxide parts and resin cement including surface roughness variation.

P 9.8 Tu 16:00 Lichthof

**A cold intermittent DC Corona Discharge Plasma for antimicrobial treatment of microscopic cavities.** — RENÉ BUSSIAHN, ●TORSTEN GERLING, and ECKHARD KINDEL — INP Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 2

A new atmospheric pressure plasma source for biological and medical applications has been developed. Plasma lengths of several millimetres with a typical diameter of 30  $\mu$  m make this discharge particularly suitable for the treatment of microscopic cavities. The discharge is driven by a high-voltage DC power supply and uses argon as working gas. The device has been characterized in terms of its U-I-characteristics and space-resolved spectral output in the VUV, UV/VIS and NIR range with regard to discharge voltage, electrode distance and gas-admixtures of nitrogen, oxygen or air. The anti-microbial efficiency has been demonstrated by exposing *E. Coli* or *Staphylococcus aureus* colonized Agar plates to the discharge.

P 9.9 Tu 16:00 Lichthof

**Spektroskopische Untersuchung einer atmosphärischen Mikrowellenplasmaquelle** — ●MARTINA LEINS, ANDREAS SCHULZ, MATTHIAS WALKER, UWE SCHUMACHER und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart

Mikrowellenplasmaquellen bei Atmosphärendruck finden in unterschiedlichen Bereichen Anwendung. Einerseits kann durch die Behandlung von Oberflächen eine verbesserte Haftung von Lacken oder Klebstoffen erzielt werden, andererseits können diese Plasmaquellen für chemische Synthesen eingesetzt werden. Hier wäre als Beispiel die

Reinigung von Abgasen und die CH<sub>4</sub>-Pyrolyse zu nennen.

Die in dieser Arbeit charakterisierte 2.45 GHz-Mikrowellenplasmaquelle beruht auf einem Resonatorprinzip. Das Plasma wird durch ein Quarzrohr eingeschlossen, und die Gaszuführung erfolgt über eine metallische Düse. Des Weiteren gewährleistet diese Quelle ein Zünden des Plasmas ohne weite Zündhilfe als auch einen stabilen Betrieb des Plasmas.

Die ortsaufgelöste Charakterisierung eines angefeuchteten Luftplasmas für unterschiedliche Mikrowellenleistungen und Gasflüsse erfolgte mittels optischer Emissionsspektroskopie. Die Gastemperatur konnte mit Hilfe des A<sup>2</sup> $\Sigma^+$   $\rightarrow$  X<sup>2</sup> $\Pi_\gamma$ -Übergang des freien OH-Radikals zu 3500 – 4000 K bestimmt werden. Eine untere Abschätzung der Elektronentemperatur von 5200 – 5800 K lieferte ein Boltzmann-Plot zweier Sauerstoffatomlinien.

P 9.10 Tu 16:00 Lichthof

**Untersuchung des Frequenzverhaltens von Wechselstrom-elektroden für Hochdruckentladungslampen zwischen 10Hz - 10kHz in einer Modell-Lampe** — ●MICHAEL WESTERMEIER, CORNELIA RUHRMANN, JENS REINELT, JÜRGEN MENTEL und PETER AWAKOWICZ — Allgemeine Elektro- und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum, Germany

Hochdruck-Entladungslampen (HID) zeichnen sich durch eine hohe Effizienz, gute Farbwiedergabe und lange Lebensdauer aus. Eine weitere Optimierung lässt sich durch eine geeignete Wahl der elektrischen Anregung erreichen. Um Untersuchungen durchführen zu können, die an realen HID-Lampen nicht möglich sind, wurde die so genannte Bochumer Modell-Lampe entwickelt. In der mit Argon betriebenen Modell-Lampe wurde in Abhängigkeit von der Frequenz phasenaufgelöst die Elektrodentemperatur, die Summe aus Kathodenfall- und Anodenfallspannung sowie die Elektronentemperatur und Elektronendichte unmittelbar vor der Elektrode gemessen. Aus den Messgrößen wurden die in die Elektrode eingekoppelte Leistung, der Kathodenfall und der Anodenfall bestimmt. Die Untersuchungen ergeben mit steigender Frequenz eine Reduktion der Unterschiede zwischen kathodischer und anodischer Phase, eine Abnahme der Modulation durch den Polaritätswechsel, jedoch einen Anstieg der mittleren Elektrodenverlustleistung. Der Spotansatz in der kathodischen Phase verschwindet. Diese Arbeit wurde gefördert durch die DFG (GRK 1051) und die RUB Research-School.

P 9.11 Tu 16:00 Lichthof

**Untersuchung des Frequenzverhaltens von Wechselstrom-elektroden zwischen 10Hz und 3,5kHz in einer mit Dysprosium-Jodid dotierten Hochdruckentladungslampe** — ●CORNELIA RUHRMANN, MICHAEL WESTERMEIER, JENS REINELT, JÜRGEN MENTEL und PETER AWAKOWICZ — Allgemeine Elektro- und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum, Germany

Hochdruck-Entladungslampen (HID) zeichnen sich durch eine hohe Effizienz, gute Farbwiedergabe und lange Lebensdauer aus. Für spektroskopische Untersuchungen werden spezielle Forschungslampen mit einem optisch transparenten Lampenkolben aus Yttrium-Aluminium-Granat (YAG) verwendet. Diese YAG-Lampen unterscheiden sich in ihrem Verhalten vor allem durch zusätzliche Füllstoffe, wie z. B. von Dysprosium-Jodid, von der so genannten Bochumer Modell-Lampe. An einer mit Dysprosium-Jodid dotierten YAG-Lampe wurden in Abhängigkeit von der Frequenz die Elektrodentemperatur, sowie unmittelbar vor der Elektrode die Plasmatemperatur, die Dy-Atom- und Dy-Ionen-Dichte gemessen. Aus der Elektrodentemperatur wurde die in die Elektrode eingekoppelte Leistung bestimmt. Diese nimmt mit steigender Dysprosiumdichte vor der Elektrode ab. Außerdem ergibt sich anders als in der Modell-Lampe eine Reduktion der Elektrodenverlustleistung mit steigender Frequenz. Die Abnahme der Verlustleistung lässt sich durch den Gas-Phasen-Emitter-Effekt von Dysprosium erklären. Er tritt mit steigender Frequenz nicht nur an der Kathode sondern auch an der Anode auf. Diese Arbeit wurde gefördert durch die DFG (GRK 1051), die RUB Research-School und Philips Lighting, NL.