

P 4: Plasma Technology I

Zeit: Montag 14:00–16:25

Raum: HZO 30

Hauptvortrag P 4.1 Mo 14:00 HZO 30
Plasmaoberflächentechnik zur Erzeugung bioaktiver Oberflächen — ●MARTIN POLAK — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP Greifswald), Greifswald, Deutschland

Der Einsatz von Gasentladungen zur Veredelung von Oberflächen und deren Eigenschaften ist seit vielen Jahrzehnten besonders für technische Anwendungen etabliert. Schwerpunkt hierbei sind Oberflächen mit hoher Härte und Abrasionsbeständigkeit, der Schutz vor Korrosion, Temperaturbeständigkeit, verbesserte Gleiteigenschaften, passgenaue Transmissions- und Reflektionseigenschaften, Diffusionsbarrieren, antifingerprint, antifogging sowie verbesserte Klebeigenschaften und Bedruckbarkeit. Im Bereich der Biomedizintechnik sind Gasentladungen ein vergleichsweise junges Thema und deutlich geringer vertreten, wobei die Möglichkeiten mindestens ähnlich vielschichtig sind. Es zählt neben der Härtung und Aktivierung von Oberflächen vorrangig die Beeinflussung der Wechselwirkung von Oberflächen mit Mikroorganismen (bspw. Bakterien, Pilzen oder Viren), Zellen und/oder Proteinen. Um diese Wechselwirkungen zu steuern, gibt es unterschiedliche Strategien. Die Rauheit spielt dabei eine wichtige Rolle, aber auch subtile Eigenschaften wie die Oberflächenchemie und somit die chemische Bindungsfähigkeit, die Ladung bzw. das elektrochemische Potenzial der Oberfläche aber auch die Auflösung der Oberfläche bzw. die Freisetzung spezieller Atome und Moleküle aus der Oberfläche sind essenziell. Im Rahmen des Vortrages wird ein Überblick über diese Strategien und daraus resultierend die Möglichkeiten der Plasmatechnologie im biomedizinischen Bereich gegeben.

Fachvortrag P 4.2 Mo 14:30 HZO 30
Untersuchungen an einem kommerziellen Atmosphärendruck-Plasmajet — ●THORBEN KEWITZ¹, MAIK FRÖHLICH^{1,2}, JOHANNES VON FRIELING¹ und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik der CAU zu Kiel, Deutschland — ²Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V., Greifswald, Deutschland

Ein kommerzieller Atmosphärendruck-Plasmajet (Plamatreat GmbH) wurde mittels kalorimetrischer und optischer Diagnostiken untersucht. Der Plasmajet wird in verschiedenen Anwendungsgebieten unter anderem zur Reinigung, Aktivierung und Beschichtung von Oberflächen eingesetzt. Insbesondere bei der Behandlung von temperatursensiblen Materialien und bei der Beschichtung ist der Energieeintrag vom Plasmajet auf das Material ein wichtiger Parameter für die Kontrolle und Optimierung des Prozesses. Mit der für diesen Plasmajet angepassten kalorimetrischen Sonde wurde daher der Energieeintrag in Abhängigkeit von den Prozessparametern (Spannung, Gasfluss, Abstand, Frequenz) ermittelt.

Da mit einem solchen Plasmajet auch multifunktionelle a-C:H Schichten abgeschieden werden, wurde exemplarisch Acetylen, welches ein Zwischenprodukt von verschiedenen Präkursoren ist, als Präkursor verwendet. Die Konzentration des Acetylens wurde im Effluent des Plasmajets mit einem Quantenkaskadenlaser experimentell bestimmt. Dabei kann der Verbrauch des Ausgangsmaterials durch Fragmentierung und folgender Deposition bzw. Partikelbildung über die Absorptionsintensität verfolgt werden.

P 4.3 Mo 14:55 HZO 30
Flexible Barrierschichten durch Multilagena-C:H Schichten — ●MARKUS BROCHHAGEN, HENDRIK BAHRE, JAN BENEDIKT, MARC BÖKE und JÖRG WINTER — Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, 44801 Bochum

Barrierschichten auf Kunststoffen sind besonders in der Verpackungsindustrie von hohem Interesse. Um eine lange Reinheit des eingepackten Materials zu erhalten, ist eine gute Gasbarriere nötig, welche bei gängigen Kunststoffen wie PET nicht vorhanden ist. Zugleich müssen entsprechende Schichten dehnbar und flexibel sein. Weit verbreitete Siliziumoxidschichten haben eine gute Gasbarriere, sind jedoch hart und brüchig. Verschiedene ein- und zweilagige amorphe, wasserstoffhaltige Kohlenstoffschichten wurden in einem induktiv gekoppelten Plasma abgeschieden und auf ihre Eigenschaften durch uniaxiale insitu Zugversuche und Sauerstofftransmissionsmessungen (OTR) untersucht. Als Versuchsgas wurde Acetylen mit und ohne Argon-Beimischungen bei Drücken von 3 Pa verwendet. Bei niedrigen Leistungen von 100 W konnten Schichten mit hohen Dehnungstoleranzen abgeschieden wer-

den. Diese können hierbei einen polymerartigen Charakter besitzen, zeigten sich bei den OTR-Messungen jedoch als sehr durchlässig. Mit höheren Leistungen können diamantartige Schichten erzeugt werden. Bei diesen Schichten konnte zwar eine hohe Gas-Barriere festgestellt werden, ihre Flexibilität ist aber gering. Mit der Kombination dieser Schichttypen wird versucht, eine Schicht mit hoher Gasbarriere und hoher Flexibilität zu erzeugen.

Gefördert durch DFG (SFB-TR 87, TP B2)

P 4.4 Mo 15:10 HZO 30
Untersuchung der Schichtdefekte in Siliziumoxid Barrierschichten auf Kunststoffen — ●FELIX MITSCHKER¹, SIMON STEVES¹, MARCEL RUDOLPH¹, MAXIMILIAN GEBHARD², ANJANA DEVI² und PETER AWAKOWICZ¹ — ¹Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik (AEPT), Ruhr-Universität Bochum, D-44780 Bochum, Germany — ²AG Chemie anorganischer Materialien, Ruhr-Universität Bochum, D-44780 Bochum, Germany

Im Bereich der Barrierebeschichtung von Kunststoffen sind PE-CVD-Schichten aus Siliziumoxid (SiO_x) von Bedeutung, da diese transparent sind und eine starke Verbesserung der Barrierewirkung bieten. Jedoch existiert eine resultierende Sauerstofftransmissionsrate (OTR) durch die SiO_x-Schichten. Dazu führen mikroskopische Defekte in den Schichten, die mit gängigen optischen Verfahren nicht visualisiert werden können.

Die hier abgeschiedenen SiO_x-Schichten werden hinsichtlich der Sauerstoffpermeationsrate und der vorhandenen mikroskopischen Defekte analysiert. Die Visualisierung der Defekte basiert auf einer Vergrößerung des Defektdurchmessers durch Ätzen des Kunststoffs mit einem reaktiven Sauerstoffplasma. Dabei dient die SiO_x-Schicht als Ätzmaske und unterhalb der Defekte entsteht eine kraterähnliche Struktur. Diese Strukturen werden mit einem Rasterelektronenmikroskop abgebildet. Defekte von verschiedenen Größen und Verteilungen werden beobachtet und die Defektdichte mit einer Schichterkennungssoftware bestimmt. Die Defektdichte wird mit der Schichtdicke, der OTR und verschiedenen Schicht- und Plasmazusammensetzungen korreliert.

P 4.5 Mo 15:25 HZO 30
Reaktive Sauerstoffspezies in einer für die Wundbehandlung entwickelten dielektrischen Barriereentladung — ●SABRINA BALDUS¹, DANIEL SCHRÖDER², NIKITA BIBINOV¹, VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN² und PETER AWAKOWICZ¹ — ¹Lehrstuhl für Allgemeine Elektro- und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum — ²Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum

Die positive Wirkung von kalten Atmosphärendruckplasmen auf die Wundheilung konnte schon in zahlreichen klinischen Studien bewiesen werden. Der Fokus der aktuellen Forschung liegt in den exakten Wirkmechanismen dieser Plasmen. Eine in Luft gezündete dielektrische Barriereentladung (DBD) erzeugt eine Vielzahl an reaktiven Spezies. In dieser Studie wird eine DBD bestehend aus nur einer Elektrode verwendet. Als Gegenelektrode dient der menschliche Körper, sodass eine direkte Wechselwirkung mit der Wunde entsteht. Daher ist die genaue Kenntnis der produzierten Spezies und deren Flüsse auf die behandelte Oberfläche von essentieller Bedeutung. Der Fokus dieser Studie liegt auf atomarem Sauerstoff und Ozon. Die Dichte des atomaren Sauerstoffs wird mit Zwei-Photonen Laser-angeregter Fluoreszenz Spektroskopie gemessen, während die Ozondichte über optische Absorptionsspektroskopie bestimmt wird. Zusätzlich werden die Plasmaparameter der DBD mittels optischer Emissionsspektroskopie ermittelt. Die gemessenen Profile werden vorgestellt und verglichen sowie eine Abschätzung der Gefahr des entstehenden Ozons für den Menschen während einer Behandlung durchgeführt.

Gefördert durch die DFG (PAK 816 'PlaCID').

P 4.6 Mo 15:40 HZO 30
Plasmoids for etching and deposition — ●RAMASAMY POTHIRAJA, JAN-WILM LACKMANN, PATRICK HERMANN, MAX ENGELHARDT, NIKITA BIBINOV, and PETER AWAKOWICZ — Institute for Electrical Engineering and Plasma Technology, Ruhr-University Bochum, Bochum, Germany.

Plasmoids (self-sustained plasma entities) are produced by propagation of ionization waves in a filamentary discharge in argon as well as in the tail of plasma bullets in helium. Plasmoids are separated from

plasma-bullet by trapping of ionization waves (plasma bullets) in the rare gas flow, and hence properties of plasmoids are studied. Plasmoids collect material by propagation through precursor containing gas mixture as well as by etching of solid films. They transport the material, compress it, and produce crystals. If carbon material is collected by the plasmoids then diamonds are produced. Plasmoids propagate through small holes and slits as well as through glass materials. Their etching properties are used for the decontamination of micro-organisms. Ref: R. Pothiraja, N. Bibinov and P. Awakowicz, 2014 J. Phys. D: Appl. Phys. 47 315203 R. Pothiraja, N. Bibinov and P. Awakowicz, 2014 J. Phys. D: Appl. Phys. 47 455203

P 4.7 Mo 15:55 HZO 30

Correlation between Ion Transport and Plasma Oscillations in DC and HiPIMS discharges — ● ANTE HEČIMOVIC, VOLKER SCHULZ VON DER GATHEN, ACHIM VON KEUDELL, and JÖRG WINTER — Institut für Experimentalphysik II

Recent findings show that plasma oscillations are commonly found in magnetrons, regardless of the power supply and power levels obtained. We present a comprehensive investigation of the oscillation properties in terms of amplitude, frequency and rotation direction using the 12 flat probes, installed azimuthally around the circular magnetron. The investigated discharge conditions encompass both DC and HiPIMS discharges with current density ranging from 0.5mA/cm² to 5A/cm². The results exhibit a wide spectrum of frequencies ranging from 250 Hz to 200 kHz. When the flat probes are negatively biased, the ion saturation current is collected and measured. The correlation between the observed oscillations and the ions transported away from the target allows establishing a qualitative understanding of the ion transport for wide range of discharge currents in DC and HiPIMS discharges.

The results are compared with the Hall parameter, a measure commonly used to evaluate the cross-field transport, reducing from 16 in DC discharges to values of around 2 in HiPIMS discharge.

P 4.8 Mo 16:10 HZO 30

Reaktivgasregelung zur Abscheidung dielektrischer Schichten auf Basis der Multipolresonanzsonde — ● MORITZ OBERBERG, TIM STYRNOLL und PETER AWAKOWICZ — Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum

Plasmaentladungen finden in vielen Bereichen der modernen Industrie Anwendung. So werden z.B. Sputteranlagen mit kapazitiver Leistungseinkopplung und verschiedenen, gleichzeitig eingesetzten Leistungsquellen zur Schichtabscheidung von harten, verschleißfesten, reibungs- und korrosionsbeständigen Schichten eingesetzt. Bei Reaktivgasprozessen ist häufig ein Hystereseverhalten zu beobachten, welches auf eine Bedeckung des Targets mit Reaktivgas zurückzuführen ist. Dies hat u.a. eine Modifizierung des Sekundärelektronenemissionskoeffizienten der Targetoberfläche zur Folge. Um definierte keramische Schichten kontrolliert auf einem Substrat abzuscheiden, werden zur Zeit Spektrallinien des gesputterten Targetmaterials im Volumen zur Prozessregelung ermittelt. Hierbei bleibt jedoch eine Kopplung des Plasmas an das Substrat unberücksichtigt. Dieser Beitrag befasst sich mit der Regelung eines Reaktivgasprozesses zur Abscheidung dielektrischer Schichten in einem Multifrequenz CCP-Prozess auf Basis von Plasmaparametern. Um gezielt Plasmaparameter wie die Elektronendichte zu messen, wird die Multipolresonanzsonde eingesetzt. Die Elektronendichte im Plasma erlaubt Rückschlüsse auf den Sekundärelektronenemissionskoeffizienten des Targets und ermöglicht somit eine effizientere Prozessregelung, die Target- und Plasmaprozesse miteinander kombiniert.