

P 17: Poster: Plasmatechnologie

Zeit: Mittwoch 16:30–18:30

Raum: Foyer

P 17.1 Mi 16:30 Foyer

Oberflächenmodifikation von PE-Pulver in einem Wendelförderer mittels Hohlkathodenglimmladung — ●MEIKE QUITZAU und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

Die Abscheidung dünner Schichten mittels plasmagestützter Gasphasenabscheidung ist sehr effizient, um Polymere wie z.B. Polyethylen (PE, $(C_2H_4)_n$) mit definierten funktionellen Oberflächeneigenschaften zu erzeugen. Für siliziumoxidhaltige Schichten kann u.a. Hexamethyldisiloxan (HMDSO, $Si_2O(CH_3)_6$) als Prekursor und Argon als Trägergas verwendet werden. Dabei ermöglicht die Wahl der Prozessgaszusammensetzung sowohl die Deposition von anorganischen SiO_2 -ähnlichen Filmen als auch von organischen polymerähnlichen Filmen.

In den vorliegenden Untersuchungen wurde PE-Pulver mittels einer Hohlkathodenglimmladung in einem Wendelförderer modifiziert. Dieser Aufbau erlaubt eine homogene Oberflächenmodifikation von Pulvern schon bei geringen Gasflüssen und einer beliebigen variablen Behandlungszeit. Die im Ar/HMDSO Plasma gebildeten reaktiven Spezies wurden mit optischer Emissionsspektroskopie bei verschiedenen Gasmischungsverhältnissen untersucht. Die Zusammensetzung der auf dem PE-Pulver abgeschiedenen SiO_x -Schicht wurde mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie analysiert. Unter Verwendung von Kontaktwinkelmessungen konnten die Änderung der Oberflächenenergie und die Langzeitstabilität der Oberflächenmodifikation an Luft bei unterschiedlichen Ar/HMDSO Verhältnissen verifiziert werden.

P 17.2 Mi 16:30 Foyer

Analyse von reaktiven Magnetronsputter-Prozessen mittels nicht-konventioneller Plasmadiagnostik — ●VIKTOR SCHNEIDER¹, MAIK FRÖHLICH¹, SVEN BORNHOLDT¹, DANIEL LUNDIN² und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel, Germany — ²IFM, Linköping University, SE-581 83 Linköping, Sweden

Die hohe Flexibilität von Magnetronsputter-Prozessen ermöglicht die Herstellung von Schichten mit gewünschten Eigenschaften (Zusammensetzung, Morphologie, Dicke, ...) für unterschiedliche Anwendungen. Beim reaktiven Magnetron-Sputtern, d.h. bei der Zufuhr von Reaktivgasen wie O_2 und N_2 , ist es wichtig, die gewünschte Schichteigenschaft bei gleichzeitig hoher Depositionsrate zu erhalten. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die Prozessbedingungen zur Abscheidung von Al_2O_3 mittels reaktivem Magnetron-Sputtern genauer untersucht. Das Magnetron wurde im DC-Modus (mit einem Al-Target) unter O_2 -Zugabe betrieben. Das Ziel war es, die energetischen Verhältnisse auf der Substratoberfläche unter Einfluss des reaktiven Plasmas zu untersuchen. Der Energieeinstrom, hervorgerufen durch die unterschiedlichen Energiebeiträge der verschiedenen Plasmaspezies (Elektronen, Ionen, Neutrale, Moleküle) sowie durch die auftretende Strahlung, wurde bei unterschiedlichen Bias-Spannungen mit einer selbstentwickelten kalorimetrischen Sonde gemessen. Insbesondere werden die Ergebnisse mit Blick auf den Einfluss der Sauerstoff-Ionen und der $AlxOy$ -Moleküle auf den Energieeintrag am Substrat diskutiert.

P 17.3 Mi 16:30 Foyer

Energieströme in einer HF-Magnetronquelle zur Abscheidung superharter c-BN Schichten — ●SVEN BORNHOLDT¹, JIAN YE², SVEN ULRICH² und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel — ²Karlsruher Institut für Technologie, Institut für angewandte Materialien, D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen

In einer HF-Magnetronquelle, die zur Herstellung von superhartem kubischen Bornitrid (c-BN) dient, wurden Energiestrommessungen mittels kalorimetrischer Sonden durchgeführt. Untersucht wurde der Einfluss verschiedener Prozessparameter, wie Leistung, Beimischung von Stickstoff und / oder Sauerstoff, Gasdruck und Sondenvorspannung auf den integralen Energieeinstrom auf die Sonde. Die Beiträge der verschiedenen Plasmaspezies (Elektronen, Ionen, Neutrale) und der ablaufenden Reaktionen auf der Oberfläche (Rekombination, Schichtwachstum,...) werden entweder aus den Plasmametern, die mittels Doppelsonden bestimmt wurden, berechnet oder, wie im Falle der Neutralteilchen, mittels SRIM-Simulationen ermittelt. Diese Beiträge werden mit den

gemessenen Werten verglichen. Dabei zeigt sich, dass die robuste Thermosondendiagnostik viele Informationen über die ablaufenden Plasmaprozesse und Oberflächenreaktionen liefert. Unter anderem konnte auch ein Hystereseeffekt, wie er normalerweise beim reaktiven Sputtern von Metalloxiden auftritt, nachgewiesen werden.

P 17.4 Mi 16:30 Foyer

Energiestrommessungen in einer Metallclusterquelle zur Abscheidung von Nanokompositen — ●SVEN BORNHOLDT¹, TILO PETER², VLADIMIR ZAPOROJTCHEKOV², THOMAS STRUNSKUS², FRANZ FAUPEL² und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel — ²Institut für Materialwissenschaft, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24143 Kiel

Nanokomposite, die aus einem Dielektrikum mit eingebetteten Metallclustern bestehen, weisen interessante funktionelle Eigenschaften auf. 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 die Cluster substratunabhängig in der Gasphase erzeugt werden können. In diesem Prozess werden die Plasmametere durch die Mischung von Argon und Helium sowie dem Druck in der Prozesskammer beeinflusst. Um ein tiefergehendes Verständnis der in dieser Plasmaquelle ablaufenden Prozesse, z.B. der Wechselwirkung des Buffergases mit den gesputterten Teilchen zu erhalten, wird diese mittels einer kalorimetrischen Sonde charakterisiert. Von besonderem Interesse sind die Abhängigkeit der Energieeinträge vom Mischungsverhältnis der Gase, dem Druck und der Vorspannung des Substrates bzw. der Sonde. Die Messungen der Energieströme im Plasma und auf das Substrat werden mit den Ergebnissen der UV/VIS Emissionspektroskopie und den XPS-Messungen zur chemischen Charakterisierung der entstehenden Nanokomposite korreliert.

P 17.5 Mi 16:30 Foyer

Untersuchungen zur entkeimenden Wirkung eines Mikrowellenplasmas — ●OLAF JANZEN¹, ANDREAS SCHULZ¹, MARTINA LEINS¹, MATTHIAS WALKER¹, NORA KRAUSE², WALTER VOESGEN² und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart — ²arotop food & environment GmbH, Mainz

Die Entkeimung von temperaturempfindlichen Lebensmitteln wird meist mit Heißdampfverfahren erreicht. Nachteile sind der Verlust von Inhaltsstoffen, Farbe und Geschmack. Die Vorteile einer Plasmaentkeimung liegen neben moderaten Kosten in einer geringen Erhitzung der Gewürze, welche durch Pulsbetrieb des Plasmas und einen Druck im Millibarbereich niedrig gehalten wird.

Die Versuche wurden in einem Planatron durchgeführt. Mikrowellen werden in beide Enden eines mäanderförmig laufenden halbierten koaxialen Leiters eingespeist. In der durch ein Quarzglasfenster abgetrennten evakuierbaren Kammer entsteht ein homogenes planares Plasma, welches die Proben während der Behandlung umgibt.

Wirkmechanismen und Eindringtiefe in komplexe Oberflächen der Entkeimung wurden untersucht. Als Referenzbakterium dienten Sporen des *Bacillus atrophaeus*, welche sowohl homogen auf Glasplättchen verteilt als auch in Zellulosestreifen mit komplizierter Oberflächenstruktur vorlagen. Optische Emissionsspektroskopie zeigte, wie sich Variationen von Druck, Leistung oder Gasmischungsverhältnis auf das Spektrum sowie die Entstehung von Radikalen im Plasma auswirken. Mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops wurde die ätzende Wirkung der Radikale auf die Sporen untersucht.

P 17.6 Mi 16:30 Foyer

Time dependent electron density of a spherical theta pinch — ●CHRISTIAN TESKE, JOACHIM JACOBY, YING LIU, and JÖRG WIECHULA — Institut für Angewandte Physik, Frankfurt am Main, Deutschland

Recently a spherical theta pinch, which is a new pulsed discharge device, has been investigated at the Institute of Applied Physics at Frankfurt University. The apparatus can achieve more than 90% fractional ionisation in a discharge plasma. It was also shown that the spherical theta pinch can achieve energy transfer efficiencies of more than 85% which is much higher than with any other theta pinch device. Further investigations on this discharge include the time dependency of the

electron density inside the plasma and during the pinching process. A high fraction of VUV-light is also emitted with a high efficiency from the plasma if Argon or Xenon are used as discharge gas.

P 17.7 Mi 16:30 Foyer

Plasmapolymerisation von Ethylendiamin für zelladhäsive Implantatbeschichtungen — ●HOLGER TESTRICH, STEFFI KALEDAT, MARIO DÜNNBIER und JÜRGEN MEICHSNER — Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, Institut für Physik, 17487 Greifswald

Plasmapolymeren mit Schichtdicken zwischen 50 und 100 nm wurden in einer asymmetrischen, kapazitiv gekoppelten Hochfrequenzentladung in einem Gemisch aus Argon und Ethylendiamin (EDA) hergestellt. Die Untersuchung der plasmachemischen Umwandlung von EDA erfolgte in situ mittels optischer Emissionsspektroskopie sowie ex situ durch FTIR Spektroskopie und Massenspektrometrie der gasförmigen Reaktionsprodukte. Die optische Emission des Plasmas ist neben Ar-Linien durch eine zunehmende Intensität von CN-Banden bestimmt. Gasförmige Reaktionsprodukte sind NH₃, HCN und Wasserstoff. Zur physikalischen und chemischen Charakterisierung der Schichten diente die spektroskopische Ellipsometrie, IR-Reflexions-Absorptions-Spektroskopie (IRRAS) und Röntgen-Photoelektronenspektroskopie. Die Plasmapolymeren aus EDA besitzen einen hohen Stickstoffanteil (N/C ca. 40%) und zeigen charakteristische IR-Absorptionsbanden der N-H, C-H und C-N Molekülschwingungen. Eine Lagerung der Schichten an Luft führte zu einer Alterung, wobei insbesondere sauerstoffhaltige Gruppen nachgewiesen wurden. Die Beschichtung von biomedizinisch relevanten Substraten (TiAlV-Implantate) zeigte eine signifikante Erhöhung der Adhäsion und Ausbreitung von humanen Knochenzellen. Gefördert im Campus PlasmaMed, BMBF FKZ: 13N9774.

P 17.8 Mi 16:30 Foyer

Untersuchung zur Herstellung großflächiger, transparenter Kratzschuttschichten auf Polykarbonat — ●STEFAN MERLI¹, ANDREAS SCHULZ¹, MATTHIAS WALKER¹, RAFAEL OSER² und ULRICH STROTH¹ — ¹Institut für Plasmaforschung, Pfaffenwaldring 31, 70569 Stuttgart, Deutschland — ²Bayer Technology Services GmbH, Building R 79, 47812 Krefeld-Uerdingen, Deutschland

Polykarbonat ist aufgrund seiner Transparenz, der extremen Schlagzähigkeit sowie der geringeren Dichte und Wärmeleitfähigkeit von besonderem Interesse für Anwendungen in der Automobil- und Bauindustrie. Die mangelnde Witterungsbeständigkeit und der fehlende Kratzschutz machen jedoch eine zusätzliche Oberflächenbehandlung notwendig. Daher wird ein plasmagestütztes Verfahren untersucht, um harte Kratzschuttschichten aus Siliziumdioxid auf dem Polykarbonat abzuscheiden. Das Ziel ist eine ökonomische Hochratebeschichtung zur Verbesserung von Polykarbonatbauteilen für die Anwendung in der Architektur.

Die Hochratebeschichtung wird in einer modularen Anlage vom Typ Plasmodul untersucht, in der ein Mikrowellenplasma mit $f = 2,45$ GHz nach dem Duo-Plasmaline Prinzip betrieben wird. Als Ausgangsmaterial für die Siliziumdioxidschichten wird ein Gemisch aus Sauerstoff und HMDSO bzw. HMDSO eingesetzt, die im Plasma reagieren und auf der Substratoberfläche plasmapolymerisieren. Der Einfluss verschiedener Beschichtungsparameter (Mikrowellenleistung, Gasfluss, verwendete Monomere) wird hinsichtlich der Haft- und Kratzschutzeigenschaften, der Beschichtungsrate sowie der chemischen Zusammensetzung der Schicht untersucht und vorgestellt.

P 17.9 Mi 16:30 Foyer

Comparison of calorimetric plasma diagnostics in a plasma downstream reactor — ●SVEN BORNHOLDT¹, CHRISTIAN ROTH², VERONIKA ZUBER², AXEL SONNENFELD², PHILIPP RUDOLF VON ROHR², and HOLGER KERSTEN¹ — ¹Christian-Albrechts-University Kiel, Institute of Experimental and Applied Physics, 24098 Kiel, Germany — ²ETH Zurich, Institute of Process Engineering, 8092 Zurich, Switzerland

The energy influx in the afterglow of a plasma downstream reactor (PDR) which is used for treatment and modification of powders has been measured by two different calorimetric probe types. The radio frequency discharge has been investigated for oxygen (10 - 100 %) - argon (90 - 0 %) mixtures at relatively high gas flow rates (750 - 3000 sccm) and pressures (100 - 350 Pa). The main process parameters influencing the energy influx are the plasma power, the system pressure and the total gas flow rate. The first (classical) probe measures the temperature slope of a metal substrate dummy by a thermocouple, while the second (fiber optic) probe measures the temperature dependent band edge displacement of a GaAs crystal. Although the size, geometry and

material of the used probe types are different, comparable energy flux values are achieved. Depending on the process parameters and oxygen admixtures, energy fluxes between 100 and 3500 W/m² were measured. The variation of the pressure and total gas flow rate suggests a highly flow dependent plasma density distribution in the process reactor.

P 17.10 Mi 16:30 Foyer

Stability of cluster formation in a DC magnetron sputtering source — ●MARINA GANEVA and RAINER HIPPLER — Institute of Physics, University Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17487 Greifswald, Germany

Magnetron based setups are widely used as a source of nanoparticles. At the same time different researchers have mentioned that the reliability of such kind of sources is a somewhat problematic. We have analyzed the different reasons of such instabilities and found a way to make *reproducible measurements*.

As a nanocluster source the NC-200 from Oxford Applied Research with Cu targets was used. The cluster size distribution was measured with a QMF200 quadrupole mass-filter. The average cluster mass and maximal cluster current were taken for further analysis. These characteristics were measured under the same experimental conditions at different target sputtering profiles. The result shows a clear dependency of the considered average cluster mass and maximal cluster current on the target operation time multiplied by the discharge power.

Theoretical analysis shows that the target profile strongly influences the sputtering yield and, consequently, the density of sputtered atoms. Once a certain point was reached this influence significantly affects the cluster size distribution and the amount of produced clusters.

P 17.11 Mi 16:30 Foyer

Niedertemperaturplasmen zur Modifizierung sulfidischer Minerale — ●FRANK MAY, STEPHAN HAMANN, VOLKER BRÜSER und ANTJE QUADE — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP)

Die Benetzbarkeit von Mineraloberflächen ist bei der Trennung von Mineralgemischen durch Flotation von entscheidender Bedeutung. Um selektiv hydrophobe bzw. hydrophile Eigenschaften verschiedener Komponenten zu erzeugen, werden bei konventionellen Verfahren Chemikalien eingesetzt.

Bei einem neuartigen Verfahren soll, mit Blick auf Umweltverträglichkeit und Kostenersparnissen, versucht werden, die Benetzbarkeit durch Plasmavorbehandlungen selektiv zu beeinflussen um somit die Menge benötigter Chemikalien zu reduzieren. Voraussetzung dafür ist zunächst das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Plasmen und Mineraloberflächen.

In unseren Experimenten wurden die Pulver sulfidischer Minerale in Ar/O₂- sowie in Ar/H₂-Plasmen behandelt und anschließend durch XPS, XRD und EDX untersucht. Das Arbeitsgas wurde in-situ massenspektrometrisch analysiert. Durch quantitative Bestimmung von freier SO₂ und H₂S konnten die Reaktionsgeschwindigkeiten abgeschätzt werden.

P 17.12 Mi 16:30 Foyer

Kinetic Monte Carlo simulations of cluster growth, diffusion and coalescence of metal atoms on a polymer substrat — ●LASSE ROSENTHAL¹, ALEXEI FILINOV¹, MICHAEL BONITZ¹, FRANZ FAUPEL², and VLADIMIR ZAPOROJTCHEKO² — ¹Institut für Theoretische Physik und Astrophysik, Christian-Albrechts Universität Kiel — ²Institut für Materialwissenschaft - Materialverbunde, Christian-Albrechts Universität Kiel

Metalized polymers offer a broad range of applications in many fields of technology[1]. Therefore a detailed understanding of metal atom deposition and the underlying processes is required.

We present a kinetic Monte Carlo approach to a model of diffusion and the growth of metal clusters on a polymer substrate including coalescence and percolation effects[2]. The time development of the diffusion process and the dependence of characteristic parameters like the cluster size distribution and the concentration profiles on the surface diffusivity and the deposition rate of the metal atoms are presented and discussed.

[1] F. Faupel, V. Zaporozhchenko et al., Contrib. Plasma Phys. 47, No. 7, 537 (2007)

[2] G. Jeffers, M. A. Dubson and P. M. Duxbury, J. Appl. Phys. 75 5016 (1994)

P 17.13 Mi 16:30 Foyer

Hybrid PVD/PECVD fabrication and structural investi-

gations of Cobalt-amorphous SiCNH nanocomposites — ●KARTHIKA LAKSHMI KOLIPAKA¹, VOLKER BRÜSER¹, ANTJE QUADE¹, HARM WULF², and FRANZ FAUPEL³ — ¹Leibniz Institute for Plasma Science and Technology, INP Greifswald e.V., Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald, Germany — ²Ernst Moritz Arndt University Greifswald, Institute for Biochemistry, Felix-Hausdorff-Str. 4, 17489 Greifswald, Germany — ³University of Kiel, Institute for Materials Science, Multicomponent Materials, Kaiserstr.2, 24143 Kiel, Germany

Cobalt-polymer nanocomposites have attracted a great deal of interest in the recent years because of their use in catalysis, optical, and magnetic applications. Cobalt-amorphous hydrogenated silicon carbon nitride (Co - a: SiCNH) nanocomposites are prepared by using RF magnetron sputtering of cobalt and simultaneous plasma polymerization of hexamethyldisilazane (HMDSN). X-ray Diffraction (XRD) analysis indicates the presence of metallic cobalt particles of average size 2.2 nm. X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) and Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR) studies reveal the presence of SiCNH bindings. HRTEM studies show homogeneously distributed cobalt nanoparticles of size 2 nm embedded in the polymer matrix. In films with higher metal content a continuous distribution of metal particles is seen. Topographic and phase contrast images are obtained using atomic force microscopy (AFM) in tapping mode. Various magnetic domain configurations are observed in magnetic force microscopy (MFM) images obtained using lift mode AFM technique.

P 17.14 Mi 16:30 Foyer

On aging of aluminium surfaces treated by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasmas — ●VADYM PRYSIAZHNYI¹, SVEN BORNHOLDT², HOLGER KERSTEN², and MIRKO CERNAK¹ — ¹Masaryk University, Department of Physical Electronics, Faculty of Science, 61137 Brno, Czech Republic — ²Christian-Albrechts-University Kiel, Institute of Experimental and Applied Physics, 24098 Kiel, Germany

Nowadays applications of atmospheric pressure plasma treatment for surface cleaning and activation are hot topics of applied plasma research. The main reason is easy applicability of atmospheric pressure plasmas to industrial technological processing. Also aluminium is one of the most widely used metal materials for many industrial branches, like ship or airplane industries. An important issue of plasma treatment is its non-permanent character, usually called aging effect. Unfortunately, there is a lack of works studying this process in detail. In current work, results about aging behavior of aluminium surface treated by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma are presented. The Diffuse Coplanar Surface Barrier Discharge plasma source is used as an atmospheric pressure plasma for surface treatment. The influence of different aging environment (like dry and wet ambient air, vacuum and water storage) on the aging effect will be presented and discussed.

P 17.15 Mi 16:30 Foyer

Neue Prozedur zur Prozesssimulation bei der Plasmajetbearbeitung — ●JOHANNES MEISTER und THOMAS ARNOLD — Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung, Leipzig, Deutschland

Konventionelle mechanisch-abrasive Fertigungsverfahren stoßen bei der Herstellung von immer präziseren und komplexer geformten optischen Bauteile häufig an ihre Grenzen. Plasma Jet Machining (PJM), ein lokales trockenchemisches Ätzverfahren auf Fluorbasis mittels atmosphärischen Plasmajets, ist eine viel versprechende Technologie zur Ultrapräzisionsbearbeitung insbesondere von optischen Elementen aus Quarzglas. Mithilfe eines leistungsstarken Mikrowellenplasmajets können berührungslos hohe Abtragsraten erzielt werden. Allerdings führt der hohe Wärmeeintrag des Plasmajets zu einem nichtlinearen Verhalten beim rein chemischen temperaturabhängigen Abtragsprozess. Dies mindert die Konvergenz des Verfahrens erheblich. Um diese Effekte beschreiben zu können, wurde sowohl ein theoretisches Modell als auch eine Methodik für die experimentelle Parameterbestimmung entwickelt. Mit Hilfe des Modells lässt sich die Temperaturentwicklung des Werkstückes während der Bearbeitung prognostizieren. Zusammen mit den temperaturabhängigen Ätzraten kann der resultierende Abtrag für eine konkrete Bearbeitung absolut und formgenau beschrieben werden. Im Gegensatz zu konventionellen Simulationen ist das Modell auch in der Lage, den Einfluss verschiedener Werkstückgeometrien bzw. Werkzeugpfade zu simulieren. Die Formgenauigkeit bezüglich der Zieltopologie kann erheblich verbessert werden, indem die konventionelle Bearbeitungsstrategie auf Basis der verbesserten Methode korrigiert wird.

P 17.16 Mi 16:30 Foyer

Entladungsdynamik eines mikrostrukturierten Atmosphärendruck-Entladungskanals — ARTHUR GREB, HENRIK BOETTNER, JÖRG WINTER und ●VOLKER SCHULZ-VON DER GATHEN — Institut f. Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstr. 5 , 44801 Bochum

Vorgestellt werden kombinierte phasen- und orts aufgelöste spektroskopische und elektrische Untersuchungen an einem mikro-strukturierten Plasmakanal, der nahe Atmosphärendruck betrieben wird. Diese Entladung besteht aus einem 50 Mikrometer breiten in Silizium geätzten Kanal mit dreieckigem Querschnitt und einer Länge von ca. 3 cm. Zwischen der Silizium-Wafer und auf die Oberfläche aufgedampfte Nickel-Elektroden werden Spannungen bei Frequenzen von einigen kHz bei Betrieb in Edelgasen angelegt. In beiden Anregungsphasen werden kurzzeitige Serien von Emissionspulsen beobachtet, deren Charakteristika von Druck, Gasart und Anregungsfrequenz abhängig sind. Wie in bereits vorgestellten Arrays von einzelnen Mikroentladungen beobachtet man reproduzierbare Bewegungen der Emissionsstrukturen. Im Gegensatz zu diesen ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit mit weniger als 1 km/s etwa eine Größenordnung langsamer. Gefördert im Projekt A1 der Forschergruppe FOR1123.

P 17.17 Mi 16:30 Foyer

Spektroskopische Untersuchung eines Mikrowellen-Mikroplasma-Brenners — ●CHRISTIAN KAMM, MARTINA LEINS, ANDREAS SCHULZ, MATTHIAS WALKER und ULRICH STROTH — Institut für Plasmaforschung, Universität Stuttgart

Die zerstörungsfreie Behandlung von thermolabilen Materialien wird durch kalte Plasmen ermöglicht. Atmosphärendruckplasmen haben den Vorteil, dass auf aufwändige Vakuumtechnologie verzichtet werden kann. So eignen sie sich hervorragend für medizinische Anwendungen sowie für lokale Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen. Am IPF der Universität Stuttgart wurde ein Mikrowellen-Mikroplasma-Brenner entwickelt, aufgebaut und spektroskopisch untersucht. Die Entwicklung erfolgte durch mehrere FEM-Simulation der elektrischen Feldverteilung mit Microwave StudioTM. Die Optimierung des kurzgeschlossenen $\lambda/4$ -Koaxialresonators erfolgte bei einer Frequenz von $f = 2,45$ GHz, wo durch Variation geeigneter geometrischer Parameter ein möglichst hohes elektrisches Feld am offenen Resonatorende erreicht werden sollte. Mittels optischer Emissionsspektroskopie wurde axial-orts aufgelöste die Gastemperatur sowie die Elektronendichte des optimierten Plasmabrenners bei Leistungen zwischen 40 und 160 W untersucht. Wasserdampf (OH) wurde als Diagnostikgas zusätzlich zum Plasmagas Argon beigefügt um die Gastemperatur zu bestimmen. Bei Variation der Leistung wurden Temperaturen zwischen 600 und 1600 K gemessen. Mittels der Stark-Verbreiterung der H_{β} -Linie konnte die axial-orts aufgelöste Elektronendichte zu $8,0 \cdot 10^{19}$ bis $1,2 \cdot 10^{21} \text{ m}^{-3}$ bestimmt werden.

P 17.18 Mi 16:30 Foyer

Kombination von Cross-correlation Spectroscopy, Oberflächenentladungsmessung und LIF von Metastabilen in Barrierenentladungen — ●MARC BOGACZYK, SEBASTIAN NEMSCHOKMICHAL, ROBERT WILD, HANS-ERICH WAGNER und JÜRGEN MEICHNER — Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, 17489 Greifswald

Barrierenentladungen werden vielfach, z.B. für die Ozonsynthese und Oberflächenbearbeitung sowie bei Excimerlampen, eingesetzt und besitzen ein großes Potential für weitere Anwendungen. Zum detaillierten Verständnis ihrer Mechanismen (Zündung, Entladungsmodus, Stabilität, usw.) ist es insbesondere notwendig, die Entwicklung des Plasmas sowohl im Volumen als auch dessen Wechselwirkung mit nichtleitenden Oberflächen zu untersuchen. Letztere ist mit der Ausbildung von Oberflächenentladungen und einer Sekundärteilchenemission (Elektronen), u.a. durch Ionen und Metastabile, verbunden. Es wird eine neue Entladungsanordnung vorgestellt, die räumlich-, zeitlich-, spektral- und phasenaufgelöste Messungen der Entladungs-induzierten optischen Emission mittels „Cross-correlation Spectroscopy (CCS)“ und eine quantitative Bestimmung der Oberflächenentladungen unter Ausnutzung des optoelektrischen Pockels-Effekts ermöglicht. In einer zweiten identischen Entladungszelle werden räumlich aufgelöste Konzentrationen des metastabilen $N_2(A^3\Sigma_u^+)$ -Moleküls mittels Laser-induzierter Fluoreszenz (LIF) und Rayleigh-Streuung bestimmt. Die Barrierenentladung wird in He/N₂-Gemischen bei Atmosphärendruck betrieben.

Gefördert von der DFG im Rahmen des SFB TRR-24, Teilprojekt B11.

P 17.19 Mi 16:30 Foyer

Kombination von Cross-correlation Spectroscopy und Ober-

flächenladungsmessung in He/N₂ Barrierentladungen — ●MARC BOGACZYK, ROBERT WILD und HANS-ERICH WAGNER — Ernst-Moritz-Arndt Universität Greifswald, 17489 Greifswald

Um ein tieferes Verständnis zum Entladungsverhalten von Barrierentladungen zu erhalten, ist es notwendig, die Volumenprozesse und das Verhalten der Ladungen auf den dielektrischen Oberflächen zu untersuchen. Die Wechselwirkung der Barrierentladung mit den dielektrischen Oberflächen ist mit Sekundärteilchenemissionsprozessen und der Ausbildung von Oberflächenladungen verbunden. Aus diesem Grund wird die Entladung im Volumen mit Hilfe der Cross-correlation Spectroscopy (CCS) räumlich, zeitlich und spektral aufgelöst untersucht. Die Oberflächenladungen werden durch die Anwendung des optoelektrischen Pockelseffekts detektiert. Vorgestellt werden erste Ergebnisse für verschiedene He/N₂ Mischungen bei Atmosphärendruck. In Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis und der anliegenden Betriebsspannung brennt die Entladung im diffusen oder filamentierten Modus. Die Methode der CCS erlaubt Rückschlüsse auf wichtige Elementarprozesse (z.B. Elektronenstoßanregung, Stoßlöschung). Die quantitative Bestimmung der Oberflächenladung gelingt für unterschiedliche Betriebsmodi. Eine mögliche Korrelation zwischen Volumenprozessen und den Oberflächen wird diskutiert.

Gefördert von der DFG im Rahmen des SFB TRR-24, Teilprojekt B11.

P 17.20 Mi 16:30 Foyer

Einfluss der Elektrodenkonfiguration auf Barrierentladungen in Argon bei Atmosphärendruck — ●ROBERT WILD, MARC BOGACZYK und HANS-ERICH WAGNER — Institut für Physik, Uni Greifswald

Die zeitliche und räumliche Entwicklung einer dielektrisch behinderten Entladung hängt u. a. von der Geometrie und den dielektrischen Eigenschaften der Elektrodenkonfiguration ab. Dieser Einfluss wurde durch systematische Variation der Geometrie mittels elektrischer Verfahren (u. a. Lissajous-Figuren) und durch Erfassung der entladungsinduzierten Emission untersucht. Im Hinblick auf die zeitliche und räumliche Entwicklung der optischen Emission wurde die Mikroentladung mit Hilfe der Kreuz-Korrelations-Spektroskopie (CCS) studiert. Die Entladung wurde in Argon bei Atmosphärendruck im filamentierten Modus betrieben.

In diesem Beitrag werden die Ergebnisse dieser Untersuchung zusammengefasst. Das Paschengesetz wurde anhand der gemessenen und numerisch ermittelten Zündspannungen überprüft und ergab eine gute Übereinstimmung. Die aufgenommenen Lissajous-Figuren zeigen, dass die umgesetzte Leistung stark von der Form der Elektroden abhängt. Mittels der CCS waren Rückschlüsse auf wichtige elementare Prozesse, wie der Anregung durch Elektronen und Metastabile, möglich.

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, Sonderforschungsbereich SFB TRR-24, Teilprojekt B11.

P 17.21 Mi 16:30 Foyer

Untersuchungen zur Lebensdauer von Oberflächenladungen in Barrierentladungen — ●ROBERT WILD und LARS STOLLENWERK — Institut für Physik, Uni Greifswald

In dielektrischen Barrierentladungen (DBD) entstehen in jedem Durchbruch Oberflächenladungen auf den dielektrischen Barrieren. Diese Oberflächenladungen bewirken zum einen eine Abschirmung des von außen angelegten elektrischen Feldes (und begrenzen damit die Dauer eines einzelnen Durchbruchs), zum anderen wirken sie positiv auf die Zündung in der folgenden Halbwelle der treibenden Wechselspannung. Die Oberflächenladungen haben damit einen wichtigen

Einfluss auf die DBD und ermöglichen z. B. den Betrieb einer einmal gezündeten Entladung unterhalb der Zündspannung. Im Falle lateral ausgedehnter Entladungssysteme ist häufig eine lateral strukturierte Entladung zu beobachten. Auch dabei spielen Oberflächenladungen eine entscheidende Rolle.

In dieser Arbeit wird die Lebensdauer der Oberflächenladungen untersucht. Dazu wird ein DBD-System verwendet, in dem eine elektrooptisch aktive dielektrische Barriere (BSO, Bi₁₂SiO₂₀) verwendet wird. Durch eine geeignet polarisierte Beleuchtung der derart präparierten Elektrode kann aus dem zurückreflektierten Licht über den Pockels-Effekt im BSO-Kristall auf die Größe der Oberflächenladung geschlossen werden. Außerdem kann die zeitliche Entwicklung der Oberflächenladung beobachtet werden.

P 17.22 Mi 16:30 Foyer

NO_x-Reduktion mit gleitender Entladung — ●MICHAEL SCHMIDT, RONNY BRANDENBURG, RALF BASNER und KLAUS-DIETER WELTMANN — INP Greifswald, 17489 Greifswald, F.-Hausdorff-Str. 2

Die Plasma-unterstützte selektive katalytische Reduktion (PA-SCR) ist ein vielversprechender Ansatz zur Behandlung motorischer Abgase und flüchtiger organischer Komponenten (VOC). Atmosphärendruckplasmen produzieren u.a. freie Radikale und elektromagnetische Strahlung. Die Radikale oxidieren giftiges NO zu NO₂, dass nachfolgend mittels strahlungsaktiviertem Katalysator innerhalb der Plasmazone reduziert wird. Zur Realisierung einer PA-SCR wird die Möglichkeit der plasmabasierten Unterstützung eines Katalysators durch eine gleitende Entladung, bei der das von einer dielektrisch behinderten Entladung (DBE) erzeugte Plasma mit einer zusätzlichen Elektrode in eine katalytische Füllungen enthaltende Zone extrahiert wird, untersucht. Dies stellt zum einen eine effektive Vergrößerung der aktiven Plasmazone dar und bietet zum anderen die Möglichkeit der direkten Wechselwirkung von Plasma und Katalysator. Die Realisierbarkeit einer gleitenden Entladung mit katalytisch aktiven Füllungen und die Effizienz der Reduktion giftiger und umweltschädlicher Gasbestandteile wird untersucht. Dazu wird die erreichte Stoffwandlungsrate bestimmt und in Abhängigkeit von der ins Plasma dissipierten Energie pro behandelte Gasvolumeneinheit dargestellt.

P 17.23 Mi 16:30 Foyer

Grundlagenuntersuchungen zum Einfluss einer Plasmastufe auf die Filterwirkung von Aktivkohle für Ethanol — ●MICHAEL SCHMIDT, ALTYN AKIMALEVA, RALF BASNER, RONNY BRANDENBURG und KLAUS-DIETER WELTMANN — INP Greifswald, 17489 Greifswald, F.-Hausdorff-Str. 2

Nichtthermische Plasmen werden u.a. für die Behandlung von Abluft eingesetzt und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Schutz von Umwelt und Gesundheit. Häufig werden sie mit klassischen Verfahren der Filtertechnik kombiniert. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Untersuchung der Wirkung einer Barrierentladung bei Atmosphärendruck auf die Adsorptionseigenschaften eines Aktivkohlefilters. Es wurden systematische Untersuchungen an einer ausgewählten Aktivkohle auf Steinkohlebasis (Afa-2-1200) unter Verwendung eines Beispiel-VOCs (Ethanol) durchgeführt. Um die dominierenden Effekte klar und bei vertretbaren Messzeiten nachzuweisen, wurde der Aktivkohlefilter bewusst unterdimensioniert und mit einer hohen Ethanolkonzentration (ca. 1000 ppm) gearbeitet. Die Untersuchungen erfolgten mit synthetischer Luft als Trägergas bei einem Gasvolumenfluss von ca. 300 Lh⁻¹. Die Spezifische Energiedichte des Plasmas wurde bei fester Frequenz durch die Veränderung der Amplitude bzw. bei fester Amplitude durch die Veränderung der Frequenz der Anregungsspannung im Bereich von 3 bis 46 JL⁻¹ variiert.