

P 5: Niedertemperaturplasmen

Time: Monday 14:00–16:00

Location: V57.03

P 5.1 Mon 14:00 V57.03

Multifrequenz Plasmen als neuartige Sputterquelle — ●STEFAN BIENHOLZ und PETER AWAKOWICZ — Ruhr-Universität Bochum - AEPT, Bochum, Germany

Kapazitive gekoppelte Plasmen sind seit vielen Jahren fester Bestandteil der Plasmabeschichtungstechnologie. Für industrielle PVD Prozesse werden heutzutage meist DC-Magnetrons verwendet, die sich durch eine besonders hohe Sputterrate auszeichnen, jedoch nicht die Möglichkeit bieten die Ionen Energie Verteilungsfunktion und den Ionenfluss unabhängig von einander zu kontrollieren. Multifrequenz CCPs (MFCCP) hingegen bieten die Möglichkeit über Spannungsamplitude und Phaselage mehrerer Frequenzen diese Einschränkung in der Prozesskontrolle aufzuheben.

Die Autoren danken der Deutsche Forschungsgemeinschaft für die Förderung im Rahmen des SFB-TR87 und der Ruhr University Research School.

P 5.2 Mon 14:15 V57.03

Variation of substrate biasing and temperature and their influence on the crystal orientation of γ -Al₂O₃ films — ●MARINA PRENZEL, ANNIKA KORTMANN, and ACHIM VON KEUDELL — AG Reaktive Plasmen, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany

Temperature and substrate bias play a key role in the structural evolution of Al₂O₃ during the deposition process. Firstly, crystallinity depends on the mobility of the particles in the growing film, which is influenced by the substrate temperature. Additionally, correct tailoring of the substrate bias allows to selectively control the energy distribution function of the ions impinging on the substrate (IEDF). Thus, film characteristics such as hardness, adhesion, crystallinity, or wear resistance can be controlled. In this work, manipulation of the substrate bias is performed by variation of the frequency and amplitude. We will show how different bias functions affect the shape of the IEDF while keeping the mean energy constant at 55 eV. Additionally, the influence of temperature (500 °C, 550 °C and 600 °C) will be shown.

The films are deposited in a RF magnetron discharge, driven by 13.56 MHz and 71 MHz. The target is mounted on the powered electrode and a silicon substrate is placed on a biased electrode at the opposite side. Film characterization is performed using FTIR and XRD to determine the orientation/crystallinity of the films. The measurements are correlated with measured and simulated IEDFs. We will show how the tailoring of the IEDF through bias shape manipulation is an excellent tool for controlling film structure. The work is funded by DFG within SFB-TR 87.

P 5.3 Mon 14:30 V57.03

Einfluss einer Propen-Zumischung auf die NO-Oxidation im nicht-thermischen Atmosphärendruckplasma — ●MICHAEL SCHMIDT, RALF BASNER und RONNY BRANDENBURG — INP Greifswald, 17489 Greifswald, Felix-Hausdorff-Str.2

Stickoxide (NO_x) tragen maßgeblich zur Eutrophierung und Versauerung der Meere bei, daher werden dieselmotorische Emissionen von Stickoxiden durch zukünftige Gesetzgebungen streng limitiert. Da die innermotorischen Möglichkeiten an ihre Grenzen stoßen, rücken Abgasnachbehandlungsmethoden in den Fokus der Forschung. Eine Möglichkeit der Verringerung der NO_x-Emissionen ist die Oxidation von Stickstoffmonoxid zu Stickstoffdioxid mit nachfolgender katalytischer Reduktion zu Stickstoff und Sauerstoff. Da Oxidationskatalysatoren bei niedrigen Temperaturen inaktiv sind, soll die oxidative Wirkung nicht-thermischer Plasmen genutzt werden. Effizienz und Selektivität dieses Prozesses sind von entscheidender Bedeutung für die Applizierung eines solchen Systems. Das Einspritzen eines zusätzlichen Oxidationsmittels beeinflusst diese Parameter signifikant. Untersucht wird der Effekt einer Propenzumischung auf die NO-Oxidation in einer AC-getriebenen dielektrisch behinderten Atmosphärendruckentladung. Hierzu werden Gasmischungen, wie sie von Schiffsdieselmotoren emittiert werden, im Labor behandelt. Erstmals werden Ergebnisse systematischer Messungen hinsichtlich der Abhängigkeit von der in das Plasma dissipierten Energie, der Menge an zugemischtem Propen, der Temperatur und der Gasmischung präsentiert.

P 5.4 Mon 14:45 V57.03

Hydrocarbon film deposition on inner surface of tubes using leader discharge at atmospheric pressure conditions — ●RAMASAMY POTHIRAJA, NIKITA BIBINOV, and PETER AWAKOWICZ — Institute for Electrical Engineering and Plasma Technology, Ruhr-University Bochum, Germany.

Hard hydrocarbon film is deposited on inner surface of glass tubes using leader discharge at atmospheric pressure in Ar/CH₄ mixture. Under similar condition, soft film is deposited with high film growth rate in Ar/C₂H₂ plasma. In order to understand these differences, plasma parameters of leader discharge are determined using OES, V-I measurement, microphotography and numerical simulations. Plasma chemical kinetics is simulated. Using chemical kinetics simulated for different gas mixture, deposition rate and film properties are interpreted as follows, 1. Precursor molecules are ionized and dissociated mainly through charge exchange reaction with argon ions. 2. In both cases, C₂H species is produced very effectively. 3. Because of low quantity of hydrogen in Ar/C₂H₂ mixture, C₂H species dominates in film deposition processes, which facilitates incorporation of sp¹ carbon in the film. 4. Presence of high quantity of atomic hydrogen in Ar/CH₄ case facilitates i). regeneration of acetylene from the reactive species C₂H, and ii). removal of loosely held sp¹ carbon from the film surface; thus reducing film growth rate and improving film hardness. Influence of hydrogen composition on properties of deposited film is confirmed by obtaining the similar film quality for both methane and acetylene plasma system by external admixing of hydrogen in Ar/C₂H₂ plasma.

P 5.5 Mon 15:00 V57.03

Back and forth directed plasma bullet propagation in a helium atmospheric pressure needle to plane discharge — ●TORSTEN GERLING¹, ANDREI VASILE NASTUTA², RENÉ BUSSIAHN¹, ECKHARD KINDEL¹, and KLAUS-DIETER WELTMANN¹ — ¹Leibniz Institute for Plasma Science and Technology (INP Greifswald), Greifswald, Germany — ²Faculty of Physics, Alexandru Ioan Cuza University, Iasi, Romania

A sinusoidal driven needle to plane discharge in flowing helium at atmospheric pressure was investigated by means of electrical and optical measurements. ‘Bullet-like’ behaviour of the discharge was observed and investigated with special interest towards velocities and size. A discharge development within six phases is found. Among these, four types of bullets are observed with respect to the direction of the gas flow and applied voltage polarity. Temporally resolved photography shows the formation of an atmospheric pressure glow discharge subsequently to the propagation of the ‘forward bullet’. We conclude that the main movement of the bullets in our setup is not depending on the gas flow but on the electrical field direction.

P 5.6 Mon 15:15 V57.03

Oberflächenladungsmessung und Entladungsentwicklung von He/N₂ Barrierentladungen — ●MARC BOGACZYK und HANS-ERICH WAGNER — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Felix-Hausdorffstr. 6, 17489 Greifswald

In Barrierentladungen tritt abhängig von den Betriebsbedingungen (z.B. Gasmischung und angelegte Spannung) der diffuse oder filamentierte Entladungsmodus auf. Um beide Entladungsmodi detailliert zu verstehen, ist es notwendig, Volumenprozesse relevanter Teilchen (z.B. Penning Ionisation) und die Wechselwirkung der Entladung mit den Oberflächen zu untersuchen. Letztere ist mit Sekundärteilchenprozessen (z.B. γ -Prozesse durch Ionen und Metastabile) und der Ausbildung von Oberflächenladungen verbunden. Der Fokus in diesem Beitrag liegt auf der Messung der Oberflächenladung. Sie werden auf einem optoelektrischen BSO-Kristall unter Ausnutzung des Pockels-effekts phasen- und zeitaufgelöst mit einer CCD-Kamera detektiert. Oberflächenladungen begünstigen das Wiederzünden der Entladung an Orten, an denen sich Oberflächenladungen vorheriger Durchbrüche befinden (Memory-Effekt). Vorgestellt werden Oberflächenladungsmessungen für den diffusen (reines Helium) und filamentierten (He/N₂ Gemisch) Entladungsmodus bei Atmosphärendruck, sowie über eine Periode phasenaufgelöste Oberflächenladungsentwicklungen für beide Entladungsmodi, Ladungsverteilungen und entsprechende gaußförmige Ladungsprofile für positive und negative Oberflächenladungen im filamentierten Modus. Gefördert von der DFG im Rahmen des SFB TRR-24, Teilprojekt B11.

P 5.7 Mon 15:30 V57.03

Influence of Water on the Conversion of Methane and Carbon Dioxide in a Plug Flow Reactor Supported by a DBD — •TORSTEN KOLB and KARL-HEINZ GERICKE — Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, Braunschweig, Germany

The conversion of methane and carbon dioxide was studied in a plug flow reactor with a dielectric barrier discharge. A 13.56 MHz power supply generated the atmospheric plasma discharge. Studied concentration of methane ranged from 0 to 100%, with missing part filled up with carbon dioxide. This mixture was diluted with helium partly bubbling through a water tank to 2.5% at a flow rate of 200 sccm. The amount of water was adjusted between 0 and 0.6%. A small part of the product stream was monitored online at a total pressure of 100 mbar by a Fourier transform infrared spectrometer supported by a White-cell and a quadrupole mass spectrometer. This DBD reactor produces hydrogen, carbon monoxide, C2 hydrocarbons, methanol and formaldehyde with synthesis gas being the major compound. There is a raise of the produced amount of hydrogen from 34% for the reaction without water to 58% if the flow consists of 0.6% water (composition of the undiluted stream: 80% methane and 20% CO₂). The amount of carbon dioxide has a small influence on the added water. The generation of C2 hydrocarbons is nearly independent of added water. In contrast, the fraction of methanol increases by a factor of 4.7 with additional water.

P 5.8 Mon 15:45 V57.03

Untersuchung von Oberflächenprozessen bei der Plasmajetbearbeitung von Siliziumkarbid — •INGA-MARIA EICHENTOPF und THOMAS ARNOLD — Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung, Leipzig, Deutschland

Siliziumkarbid stellt aufgrund seiner hohen Härte, Trägheit bzgl. chemischer Reaktionen, thermischen Leitfähigkeit und großen Bandlücke ein technologisch interessantes Halbleitermaterial dar. Um eine effektive Oberflächenformgebung zu erreichen bietet das plasmachemische Trockenätzen mit Hilfe eines reaktiven atmosphärischen Plasmajets eine hochpräzise Alternative zu konventionellen mechanisch-abrasiven Verfahren. Mit Hilfe eines RF (13,56 MHz) angeregten atmosphärischen Plasmajets wurden Experimente zum Verhalten des Volumenabtrags an Atmosphäre mittels fluorhaltiger Precursorgase durchgeführt. Als Trägergas diente Helium. Die Reaktivgase CF₄ und O₂ wurden in verschiedenen Verhältnissen in den Plasmajet zugemischt und die resultierende Volumenabtragsrate bei Probertemperaturen im Bereich von 25°C bis 500°C bestimmt. Dabei wurde ein nichtlineares Verhalten der Volumenabtragsrate beobachtet. Unter bestimmten Parametern trat ein charakteristisches Minimum auf, das sich aus konkurrierenden Einzelprozessen bei der Plasma-Oberflächen-Wechselwirkung erklären lässt. Die plasmajet-prozessierten Oberflächen wurden umfangreich mittels XPS ex situ charakterisiert.