

P 23: Plasmatechnologie I (Niederdruckkonzepte)

Time: Friday 10:30–12:40

Location: V57.01

Invited Talk

P 23.1 Fri 10:30 V57.01

Modellierung der Ionenquelle für ITER NBI: Von der Erzeugung negativer Wasserstoffionen bis zur Extraktion — ●DIRK WÜNDERLICH und NNBI-TEAM — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, 85748 Garching, EURATOM Assoziation

Das für Heizung und Stromtrieb an ITER vorgesehene Neutralteilchen-Injektionssystem basiert auf am MPI für Plasmaphysik in Garching entwickelten HF-Quellen für negative Wasserstoff- oder Deuteriumionen. Die Erzeugung negativer Ionen in diesen Quellen beruht auf der Konversion von Wasserstoffatomen und Protonen an den mit einer dünnen Cäsiumschicht bedeckten Innenwänden des Plasmagefäßes.

Für den Einsatz an ITER werden an die Ionenquellen hohe Anforderungen bezüglich der Dichten von Ionen- und Elektronenstrom, der Pulsdauer sowie der räumlichen und zeitlichen Homogenität des Ionenstrahls gestellt. Das Erfüllen dieser Anforderungen stellt eine große physikalische und technologische Herausforderung dar.

Von besonderer Relevanz ist das kalte ($T_e \approx 1\text{ eV}$) und dünne ($n_e \approx 10^{17}\text{ m}^{-3}$) Plasma in direkter Nähe der Plasmagitteroberfläche. Mit Unterstützung verschiedener Diagnostikmethoden wurden in den vergangenen Jahren durch experimentelle Anwendung verschiedener theoretischer Modelle große Fortschritte bezüglich des Verständnisses der bei der Entstehung, dem Transport und der Extraktion der negativen Wasserstoffionen beteiligten komplexen Prozesse erzielt. Die unterschiedlichen Modelle sowie deren aktuellen Resultate werden im Kontext mit dem derzeitigen Stand der Entwicklung der Ionenquellen vorgestellt.

P 23.2 Fri 11:00 V57.01

Laserabsorptionsspektroskopie an zwei Sichtstrahlen zur ortsaufgelösten Bestimmung der Cäsiumdynamik in Quellen negativer Wasserstoffionen — ●CHRISTIAN WIMMER¹, URSEL FANTZ^{1,2}, DIRK WÜNDERLICH¹ und NNBI-TEAM¹ — ¹Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching — ²Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg

Für die Neutralteilchenheizung von ITER werden leistungsstarke Quellen negativer Wasserstoffionen benötigt. Eine effiziente Erzeugung kann an einer mit Cäsium bedampften Oberfläche durch Konversion im Plasma dissoziierten Wasserstoffs erfolgen. Aufgrund der hohen chemischen Reaktivität ist eine kontinuierliche Verdampfung von Cäsium erforderlich, um eine stabile und homogene Schicht niedriger Austrittsarbeit auf der Oberfläche zu erhalten. Die Verteilung von Cäsium innerhalb der gepulst betriebenen Quelle negativer Ionen während Vakuumphasen wird dabei im Wesentlichen von der Geometrie der Verdampfung bestimmt. Gleichzeitig findet während Plasmaphasen eine starke Umverteilung von Cäsium aufgrund der Plasma-Wand-Wechselwirkung statt. Zur Verfolgung der Cäsiumdynamik wurde an der IPP Prototypquelle negativer Wasserstoffionen eine ortsaufgelöste Laserabsorptionsspektroskopie der Cs D₂ Linie (852.1 nm) an zwei Sichtstrahlen eingesetzt. Hiermit konnte die räumliche Cäsiumdynamik in Vakuum- und Plasmaphasen für verschiedene Temperierung der Quellwände untersucht werden.

Topical Talk

P 23.3 Fri 11:15 V57.01

The dynamics of pulsed reactive CCP discharges in response to thin film deposition and dust formation — ●BRANKICA SIKIMIĆ¹, ILIJA STEFANOVIĆ¹, NADER SADEGHI², and JÖRG WINTER¹ — ¹Institut für Experimentelle Physik II, Ruhr Universität Bochum, Germany — ²LIPhy, Université Joseph Fourier & CNRS (UMR5588), Grenoble, France

Hydrocarbon decomposition in plasmas containing reactive gases (e.g. acetylene) leads to the formation of coatings on the reactor surfaces or particles in the plasma bulk. Our previous studies described the influence of the particles presence on various plasma parameters in the pulsed plasmas [1]. The effect of surface coatings is examined in a low-pressure CC discharge driven symmetrically at 13.56 MHz and pulsed with 100 Hz. Microwave interferometry and laser absorption spectroscopy are employed to determine electron and argon metastable (3P₂) densities, respectively. The electrode floating voltage is measured simultaneously by external LC filters. Our results show that the steady-state electron and metastable densities in the power-on phase

increase with larger film thicknesses. In the plasma afterglow, the diffusion of electrons and metastable atoms is slower, indicating reduced losses due to the presence of deposited film. Furthermore, the positive ion fluxes are determined from the change of the electrode floating voltage in the plasma afterglow. The estimation of ion densities in the discharge, calculated from ion fluxes, gives a reasonable agreement with measured electron densities and predicted model [1]. [1] I. Denysenko, et al: J. Phys. D, App.Phys. 44 (2011) 205204

Invited Talk

P 23.4 Fri 11:40 V57.01

Plasma based deposition of functional nanocomposites — ●FRANZ FAUPEL — Institute of Materials Science - Multicomponent Materials, Christian-Albrechts University at Kiel, Kaiserstr. 2, 24143 Kiel

Nanocomposites combine favorable features of the constituents on the nanoscale to obtain new functionalities. The present talk is concerned with the plasma based deposition of nanocomposites consisting of metal nanoparticles in a dielectric organic or inorganic matrix and the resulting functional properties. Deposition techniques include magnetron co-sputtering of the matrix and metallic components and the combination of a gas phase aggregation cluster source with magnetron sputtering or plasma polymerization. These methods inter alia allows the incorporation of alloy clusters with well defined composition and tailored filling factor profiles. Computer simulations of the metal aggregation process will also be addressed. Examples of nanocomposites presented range from optical composites with tuned particle surface plasmon resonances for plasmonic applications and magnetic high frequency materials with cut-off frequencies above 1 GHz to antibacterial coatings which benefit from the large effective surface of nanoparticles and the increased chemical potential which both strongly enhance ion release.

Financial support by the DFG within the Collaborative Research Center TR24 "Fundamentals of Complex Plasmas" is acknowledged.

P 23.5 Fri 12:10 V57.01

Double ICP plasma jet source: theory and experiment — ●HORIA-EUGEN PORTEANU¹, ROLAND GESCHE¹, and KLAUS WANDEL² — ¹Ferdinand-Braun-Institut, Berlin, Germany — ²SENTECH Instruments GmbH, Berlin Germany

Microwave plasma jets are intended to replace large volume RF plasma reactors, used in the semiconductor technology, due to less power and material consumption. The plasma jet does not interact with the reactor walls therefore the purity of plasma is higher than in the case of RF reactors. However, the active area is limited by the relatively small diameter of the jet. Therefore the next step is the development of a plasma jet array. After the successful development of the single ICP jet source for 3 mm and 7mm diameter ceramic tubes we developed a double ICP source. Two one-turn-coils and a common capacitor form the microwave resonator. We performed a simulation using the plasma module of Comsol. The physics combines gas flow, electromagnetics and plasma contributions. The simulation gives the time evolution of the plasma parameters during the ignition and their dependence on microwave power and gas flow. The double ICP source have been experimentally tested with Argon and Oxygen. At a working pressure of 20 Pa and a gas flow of 250 sccm we get an Oxygen plasma jet in both tubes using 20 W microwave power at 2.45 GHz. 80 % of the microwave power is transmitted to plasma; for Argon in similar conditions only 40%.

P 23.6 Fri 12:25 V57.01

Untersuchungen zum Einfluss von Elektronen eines reaktiven Magnetronplasmas im unbalanced mode auf den Energieeintrag am Substrat — ●MAIK FRÖHLICH¹, VIKTOR SCHNEIDER¹, DANIEL LUNDIN², SVEN BORNHOLDT¹ und HOLGER KERSTEN¹ — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel — ²IFM Material Physics, Linköping University, Linköping, Sweden

Die hohe Flexibilität von Magnetron-Sputter-Prozessen, die durch eine Vielzahl an wählbaren Parametern möglich ist, hat zu einer großen Bandbreite in der Anwendung dieser Technologie geführt. Aufgrund von höheren Beschichtungsraten werden für Abscheidungsprozesse in der Regel Magnetfeldkonfigurationen gewählt, bei denen das äußere

Magnetfeld bei größeren Abständen zum Target das dominierende ist, das Plasma sich also nahe der Targetoberfläche ausbildet. Diese Einstellung ist als unbalanced mode bekannt und führt u.a. dazu, dass Elektronen die Entladung verlassen und sich entlang der Magnetfeldlinien in Richtung Substrat bewegen können.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden kalorimetrische Messungen an re-

aktiven Magnetronplasmen mit dem Ziel durchgeführt, den Einfluss von Elektronen auf den Energieeintrag an der Substratoberfläche in Abhängigkeit des Targetmaterials und des Arbeitspunktes zu charakterisieren. Das unbalanced Magnetron wurde mit Kupfer und Aluminium jeweils unter Zugabe von Sauerstoff als Reaktivgas im DC-Modus betrieben.