

## P 9: Poster: Diagnostik technischer Plasmen

Zeit: Dienstag 17:00–19:00

Raum: Foyer

P 9.1 Di 17:00 Foyer

**Messung von Kräften auf eine Oberfläche in einem Ionenstrahl** — ●ALEXANDER SPETHMANN, THOMAS TROTTENBERG, VIKTOR SCHNEIDER und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel

Breitstrahlionenquellen sind ein wichtiges industrielles Werkzeug zur Oberflächenbehandlung und finden ebenfalls Anwendung als Ionentriebwerke in der Raumfahrt. Die Diagnostik des Ionenstrahls wird gewöhnlich mit elektrostatischen Messverfahren durchgeführt, die ausschließlich Ströme geladener Teilchen erfassen können. Beispiele dafür sind Langmuir-Sonden, Gegenfeldanalysatoren und Faraday-Cups. Da jedoch im Allgemeinen durch Stoßprozesse auch ungeladene Atome hohe Energien erhalten können [1,2], ist es wünschenswert, auch diese durch ein Messverfahren nachweisen zu können. So können beispielsweise Energieströme kalorimetrisch gemessen werden [3]. In diesem Beitrag wird eine Sonde vorgestellt, die Impulsströme (Kräfte) misst. Der von den einfallenden (größtenteils implantierten) Teilchen übertragene Impuls ist dabei nicht die einzige Ursache für die auftretenden Kräfte, denn auch die durch Sputtern aus der Oberfläche herausgeschlagenen Atome und möglicherweise reflektierte Teilchen tragen dazu bei. Die Messungen mit verschiedenen Oberflächenmaterialien werden mit Simulationen der Sputterprozesse verglichen.

[1] Trottenberg et al., Phys. Plasmas 17, 103702 (2010)

[2] Yunogami et al., J. Vac. Sci. Technol. A 13, 953 (1995)

[3] Stahl et al., Rev. Sci. Instrum. 81, 023504 (2010)

P 9.2 Di 17:00 Foyer

**Experimentelle Bestimmung der Starkverbreiterung einiger Zn I- und Zn II-Linien.** — ●KURT BEHRINGER — Max Planck-Institut für Plasmaphysik, 85748 Garching

Ein gepulster Lichtbogen zur Partikelsynthese [1] wurde mit verschiedenen spektroskopischen Methoden eingehend diagnostiziert [2]. Die Elektronentemperaturen liegen zwischen 14000 und 21000 K, die maximalen Elektronendichten sind etwa  $2 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$ . Auf Grund abgedampften Materials der Messingelektroden wurden auch Zn I- und Zn II-Linien beobachtet. Die Starkbreiten und -verschiebungen einiger dieser Linien wurden systematisch untersucht. Dabei musste die Dopplerverschiebung durch die Plasmaströmung berücksichtigt werden. Frühere experimentelle Starkparameter für Zn I waren nicht konsistent und stimmten auch nicht mit theoretischen Rechnungen überein, während Zn II keine Probleme aufwarf. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Theorie für Zn I gut und zeigen auch die richtige Temperaturabhängigkeit. Die Profile sind leicht unsymmetrisch.

[1] C. Artelt et al. Plasma Devices and Operations 16, 11 (2008)

[2] K. Behringer, T. Höschen, Contrib. Plasma Phys. 48, 561 (2008)

P 9.3 Di 17:00 Foyer

**Elektrische Messungen an partikelbildenden reaktiven Plasmen** — ●PATRICK SADLER und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

Reaktive Plasmen enthalten chemisch reaktive Spezies, die ein wichtiges Werkzeug für technologische Anwendungen z.B. in Ätz- und Beschichtungsprozessen darstellen. In solchen Prozessplasmen kann es durch komplexe plasmachemische Vorgänge zur Bildung von makroskopischen Partikeln kommen, die einen Durchmesser bis zu einigen Mikrometern aufweisen. Unter bestimmten Bedingungen zeigt sich speziell in acetylenhaltigen Plasmen eine periodische Partikelbildung. Diese Zyklen können mit Hilfe elektrischer Messungen an der kapazitiven HF-Entladung sichtbar gemacht werden. Dabei ergeben sich mit optischen Messungen korrelierte Variationen in HF-Spannung, Self-Bias, Phasenwinkel etc., anhand derer sich die verschiedenen Regime der Partikelbildung untersuchen lassen. Die Impedanzanalyse ergibt eine Abnahme des ohmschen Widerstandes sowie eine Zunahme der Reaktanz während der Partikelbildung. Dieses Ergebnis wird unterstützt durch SEERS-Messungen der effektiven Elektronenstoßrate im Plasma, welche ebenfalls während der Partikelbildung abnimmt.

P 9.4 Di 17:00 Foyer

**Untersuchungen zur Fluoreszenzanregung in einem energetischen Ionenstrahl** — ●MARTIN GIESENHAGEN, THOMAS TROTTEN-

BERG, VIKTOR SCHNEIDER und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

In dieser Arbeit werden mit Kochsalz beschichtete Substrate in den energiereichen Ionenstrahl einer industriellen Breitstrahlionenquelle gebracht. Dabei ist eine Fluoreszenzanregung der Salze der bekannten Wellenlängen von Natrium zu beobachten, welche mit einer Kamera und mittels optischer Emissionsspektroskopie untersucht wird.

Die Möglichkeit der Nutzung dieser optischen Anregung zur Diagnostik des Ionenstrahls wird in der vorliegenden Arbeit untersucht und mit anderen Verfahren (z.B. Langmuir-Sondendiagnostik, Thermosonden) verglichen. Dafür werden die ortsabhängigen Intensitätsverteilungen der fluoreszierenden Salze ausgewertet und mit den Messungen der ebenen Sonden verglichen.

P 9.5 Di 17:00 Foyer

**Spatially and spectrally resolved optical emission spectroscopy on a cold, intermittent, negative DC Corona Discharge** — ●TORSTEN GERLING, RENÉ BUSSIAHN, TOMAS HODER, ECKHARD KINDEL, KLAUS-DIETER WELTMANN, and RONNY BRANDENBURG — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (INP Greifswald), 17489 Greifswald, Germany

A self pulsing, negative DC corona discharge with a typical plasma diameter of  $30 \mu\text{m}$  was investigated. The spatially resolved optical emission in the range from 300 nm to 1000 nm was of special interest. The device was operated with argon (200 - 500 sccm) and works at atmospheric pressure in ambient air. The general, spatially resolved emission characteristics of all observed spectral lines were measured by employing a compact spectrometer and a linear stage. In case of radiating species, emitting with lower intensity, an ICCD equipped spectrograph was used to enhance the sensitivity. Simple assumptions on the plasma chemistry are derived from the experimental results.

P 9.6 Di 17:00 Foyer

**Determination of argon metastable and resonant state densities from emission spectrum** — ●VLADIMIR SUSHKOV, HOANG TUNG DO, and RAINER HIPPLER — Institut für Physik, Felix-Hausdorff Strasse 6, 17489 Greifswald, Germany

The lowest excited states of argon atom in a discharge play role in view of many problems. In the present work we develop a method, based on interpretation of emission spectra, to determine their number densities. The new method utilizes the phenomenon of reabsorption of emission lines by comparison of experimental and modeled values of the escape factor. The results are compared with those from the normal TDLAS technique. The number densities of  $1s5$  and  $1s4$  species were measured as function of power (1-200 W) and pressure (2-30 Pa) in RF-discharge. The results of the both methods show very good agreement. Some discrepancy for higher power is probably due to changes of the spatial profile of the metastables, when the regime of losses undergoes transition from the diffusion-determined to the electron collision-determined.

P 9.7 Di 17:00 Foyer

**Simultane Bestimmung von Elektronendichte- und Temperatur mit der Multipolresonanzsonde in technischen Plasmen** — ●MARTIN LAPKE, TIM STYRNOLL, JENS OBERRATH, CHRISTIAN SCHULZ, ROBERT STORCH, RALF PETER BRINKMANN, PETER AWAKOWICZ, THOMAS MUSCH, THOMAS MUSSENBROCK und ILONA ROLFES — Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Ruhr-Universität Bochum

Dieser Beitrag zeigt einen Prototypen der 'Multipol-Resonanz-Sonde' (MRP) und beschreibt ein Verfahren zur Elektronendichte- und Elektronentemperaturmessungen in technischen Plasmen. Die Sonde besteht aus zwei metallischen Halbkugeln, die auf einem dünnen Halter befestigt sind. Dieser fungiert zusätzlich als Symmetrierglied für ein unsymmetrisches eingekoppeltes Signal, welches von einem Netzwerkanalysator (NWA) eingespeist und ausgewertet wird. Aufgrund der geometrischen und elektrischen Symmetrie der Sonde, kann ein algebraischer Ausdruck für die Resonanzfrequenz hergeleitet und so ein analytischer Ausdruck für die Elektronendichte implementiert werden. Die Auswertung der gemessenen Resonanzen erlaubt so die Bestimmung der Plasmaparameter. Über Variation von Leistung und Druck wird der Einfluss der Plasmaparameter auf das Absorptionsspektrum

gezeigt. Der Einfluss kinetischer Effekte auf das Spektrum der MRP, im Speziellen auf die Dämpfung des Absorptionsspektrums, kann genutzt werden, um die Elektronentemperatur zu bestimmen. Die Lage der Resonanzen bestimmt zudem die Elektronendichte. Die Ergebnisse werden mit Messungen der Langmuirsonde APS3 verglichen.

P 9.8 Di 17:00 Foyer

**Electron kinetics in 10 Hz pulsed cc-rf plasmas studied by 160 GHz Gaussian beam microwave interferometry** — ●CHRISTIAN KÜLLIG, KRISTIAN DITTMANN, and JÜRGEN MEICHSNER — Ernst-Moritz-Arndt-University of Greifswald, 17489 Greifswald

The line integrated electron density in the bulk plasma of a 10 Hz (50 % duty cycle) pulsed capacitively coupled radio frequency (cc-rf) plasma in argon and oxygen was measured by means of 160 GHz Gaussian beam microwave interferometry with time resolution of 0.2  $\mu$ s. The line integrated electron density in the steady state plasma-on phase in argon amounts to between  $10^{15}$  and  $3 \times 10^{16}$  m $^{-2}$ , whereas the values for oxygen are between  $10^{14}$  and  $10^{16}$  m $^{-2}$ . In particular, it was observed an overshoot in the electron density in the afterglow phase of the oxygen plasma shortly after disabling the rf power. This electron density increase was only seen for low rf power over a wide pressure range from 20 to 100 Pa. In this case it is important to note that the electron density is nearly the same as the density of negative atomic oxygen ions, which was measured by simultaneous laser photodetachment. A 0D model for the afterglow phase was applied considering particle balance equations for six species ( $O_2^+$ ,  $O_2^-$ ,  $O^-$ , e,  $O_2(a^1\Delta_g)$ , O) and eight reactions. The measured ( $O^-$ , e)/estimated (others) species densities in the steady state plasma on phase were taken as initial conditions. The model fits very well the measured temporal behaviour of the electron density and reveals that the metastable oxygen molecules  $O_2(a^1\Delta_g)$  are the dominant species for detachment of the negative oxygen ions and electron production in the afterglow.

P 9.9 Di 17:00 Foyer

**Negative ion analysis in oxygen cc-rf plasma by laser photodetachment and simultaneous 160 GHz Gaussian beam microwave interferometry** — ●CHRISTIAN KÜLLIG, KRISTIAN DITTMANN, and JÜRGEN MEICHSNER — Ernst-Moritz-Arndt-University of Greifswald, 17489 Greifswald

The laser photodetachment and 160 GHz Gaussian beam microwave interferometry was simultaneously applied to study the negative ion density in oxygen. The line integrated negative atomic oxygen ion density in the overlapping volume of the Gaussian microwave and laser beam ranges between  $2 \times 10^{14}$  and  $10^{15}$  m $^{-2}$ . Furthermore, the analysis of characteristic decay time constant of the detachment signals reveals two modes characterized by different electronegativity  $\alpha = n_-/n_e$ . In the case of  $\alpha > 1$  the decay time constant amounts to a few  $\mu$ s, only, whereas in oxygen plasmas with low electronegativity,  $\alpha < 1$ , the relaxation of the electron density needs much longer with typical decay time constants up to about 100  $\mu$ s. For high electronegativity the electron density relaxation can be described by means of a 0D-attachment-detachment model taking into consideration constant density for positive ions and neutral oxygen species. The dissociative attachment and collisional detachment rates are evaluated by use of the appropriate rate coefficients from literature and the experimental determined effective rate coefficients of the assumed first order kinetics. The metastable  $O_2(a^1\Delta_g)$  plays an important role, for both the formation and loss of negative atomic oxygen ions.

P 9.10 Di 17:00 Foyer

**Massenspektrometrische Untersuchungen in reaktiven Plasmen mit Precursoren** — ●STEFAN NIEMIETZ, PATRICK SADLER, MAIK FRÖHLICH und HOLGER KERSTEN — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel

Reaktive Plasmen sind ein wichtiges Werkzeug im Bereich der Oberflächenbeschichtung, um die Anforderungen in den unterschiedlichen Anwendungsgebieten abzudecken. Daher ist es notwendig, die relevanten Plasmaprozesse genauer zu verstehen. Insbesondere beim Einsatz von Precursoren ist das Verständnis über die Bildung von Molekülfragmenten unabdingbar. In der aktuellen Arbeit wird ein siliziumorganischer (HMDSO) sowie ein aluminiumorganischer (ATI) Precursor zur Abscheidung von Silizium- bzw. Aluminiumoxidschichten in einer kapazitiven HF-Entladung näher untersucht. Zu diesem Zweck kommt ein Plasma-Prozess-Monitor (PPM), d.h. ein Massenspektrometer mit Energieanalysator, zum Einsatz. Mit diesem werden die entstehenden

Molekülfragmente analysiert und deren Energieverteilung in Abhängigkeit von Leistung und Gasdruck untersucht. In Ergänzung dazu wird Quantenkaskaden-Laserabsorptionsspektroskopie (QCL) verwendet, um die absolute Konzentration von Methan und Acetylen im Plasma zu bestimmen.

P 9.11 Di 17:00 Foyer

**Micro-particles as calorimetric probes in a low-pressure rf-discharge** — ●HORST R. MAURER<sup>1</sup>, RALF BASNER<sup>2</sup>, and HOLGER KERSTEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, D-24098 Kiel — <sup>2</sup>Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V.

Today, plasma-based synthesis and modification of powder with specific properties offers a variety of new applications, e.g. the improvement of optical or mechanical properties for coatings, of sintering materials, disperse composite catalysts or polymorphous solar cells. In general, the energetic conditions at the surface of a substrate are crucial for the improvement of such applications with respect to morphology and stoichiometry of grown layers and to process rates. Hence, monitoring and controlling the constitutional parameters like gas pressure and composition or substrate temperature are essential, and understanding the plasma-surface interaction plays a key role in the design of the process conditions and can also give access to a general improvement in the understanding of plasma-particle interaction.

In the presented work, systematic particle temperature measurements are performed in argon and gas mixtures. An energy balance at low pressures in argon can be consistently described within the whole parameter range by a simple model. According to this, the fundamental process for particle heating is the result from the recombination of electrons and ions at the particle surface. Moreover, in argon-hydrogen mixtures another fundamental energy source for particle heating is the recombination of dissociated hydrogen at the particle surface.

P 9.12 Di 17:00 Foyer

**Investigation of the magnetic field change during the pulse of a HPPMS discharge** — ●BARBARA BARWE, MARC BÖKE, TERESA DE LOS ARCOS, and JÖRG WINTER — Ruhr-University Bochum, Institute for Experimental Physics II, 44801 Bochum, Germany

High Power Pulsed Magnetron Sputtering (HPPMS) is a technique where the power is introduced into the magnetron plasma as short intensive pulses to reach high plasma densities and nearly fully ionised plasmas for a short time.

An important parameter in magnetron sputtering systems is the magnetic field configuration of the magnetron. However, the pulsing will induce strong transient currents due to the high plasma density which leads to a high density of charged particles. Therefore induced magnetic fields can alter significantly the initial static magnetic field. Furthermore, the magnetic field changes give some indication of the currents in the plasma.

A Hall probe was used to determine the static magnetic configuration of the magnetron and a B-dot probe was used for space and time resolved measurements to investigate how the currents produced within a HPPMS discharge affect the magnetic environment of the magnetron. The results of mapping measurements show that the original magnetic field of the magnetron is severely deformed by the discharge. Changes of several  $\mu$ T are recorded, depending on the spatial location of the measurement. The spatial arrangement of this deformation provides the assumption of the presence of azimuthally drifting electrons close to the target surface generating the Hall current.

P 9.13 Di 17:00 Foyer

**Time-resolved diagnostics of pulsed sputtering discharges** — ●STEFFEN DRACHE<sup>1</sup>, VITEZSLAV STRANAK<sup>1</sup>, ANN-PIERRA HERRENDORF<sup>1</sup>, ROBERT BOGDANOWICZ<sup>1</sup>, HARM WULFF<sup>1</sup>, ZDENEK HUBICKA<sup>2</sup>, and RAINER HIPPLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Greifswald, Institute of Physics, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald, Germany — <sup>2</sup>Academy of Sciences of the Czech Rep., Institute of Physics, Na Slovance 2, 18221 Prague 8, Czech Republic

The temporal evolution of ionized species in pulse-operated Ti-Cu-magnetron sputtering discharges and inductively coupled electron cyclotron wave resonance (ECWR) discharges is presented and compared. The optical methods and measurements of ion velocity and energy distribution functions were applied for discharge characterization. Optical emission spectroscopy (OES) served for identification of active plasma species. Optical emission imaging (OEI) was used for investigation of temporal and spatial development of the discharge during the active part of the pulse and in configuration with optical filters al-

lows dynamic study of discharge ignition. Time resolved retarding field analyzer (RFA) measurements were performed to determine the ion velocity distribution function (IVDF). IVDF is considered as a main parameter which influences the growth and properties of thin films. Time resolved IVDF measured near by a cathode are compared time-averaged measurements in the substrate position. IVDF measurement are compared with ion energy distribution function (IEDF) measured by energy resolved mass spectrometer.

P 9.14 Di 17:00 Foyer

**Space and time resolved Langmuir probe measurements in a HIPIMS discharge** — ●PATRICK WIENER, ANTE HECIMOVIC, MARC BÖKE, and JÖRG WINTER — Institut für Experimentalphysik II, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum

High power impulse magnetron sputtering (HIPIMS) is a recently developed IPVD (ionized physical vapour deposition) technique, based on a dc-magnetron discharge. HIPIMS is a pulsed DC discharge characterized by high peak power density of several kW, low pulse frequencies ( $<1\ 000$  Hz), and pulses of a few hundreds of microseconds. In this study, we investigate the temporal and spatial evolution of the plasma parameters: electron density, mean electron temperature, plasmapotential, floating potential and EEDF during the pulse and in the afterglow. A cylindrical Langmuir probe is used to measure the evolution of the plasma parameters. The HIPIMS discharge was run on a titanium target in an argon atmosphere. In earlier works it has been seen, that by using the HIPIMS technique, very high electron densities (up to  $10e18m^{-3}$ ) and mean electron energies of up to 3.5eV can be obtained during the pulse. Further it has been seen, that due to the high densities, maxwellianization of the druyvesteyn like EEDF takes place. The evolution of electron density was investigated to show a decay with apparently two different time constants. In order to investigate the behaviour of these effects, characteristics are recorded, varying working parameters such as gas pressure, power, pulse length and frequency.

P 9.15 Di 17:00 Foyer

**Untersuchung des Emitter-Effekts an heißen thorierten Elektroden für niedrige und hohe Betriebsfrequenzen** — ●THOMAS HÖBING, CORNELIA RUHRMANN, ANDRE BERGNER, MICHAEL WESTERMEIER, PETER AWAKOWICZ und JÜRGEN MENTEL — Allgemeine Elektro- und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum, Germany

Durch einen Thorium Ionenstrom vom Plasma zur Kathode lässt sich eine  $Th$  Monolage mit Dipolcharakter auf der Kathodenoberfläche erzeugen und damit die effektive Austrittsarbeit von Wolframelektroden in Hochdruckentladungslampen absenken. Zur Charakterisierung des Emitter-Effekts von  $Th$  wurde die Bochumer Modelllampe sowohl mit reinen als auch thorierten Wolframelektroden betrieben. Durch Variation von Betriebsstrom und -frequenz wird der Einfluss des Emitter-Effekts von  $Th$  auf heiße Elektroden untersucht. Die Infrarotstrahlung der Elektrode wird bei einer Wellenlänge von 890 nm mit einer in absoluten Einheiten kalibrierten CCD-Kamera aufgenommen. Daraus werden phasenaufgelöste Temperaturverläufe der Elektrodenspitzen-temperatur  $T_{tip}$  für unterschiedliche Betriebsfrequenzen, Betriebsströme und Elektrodenparameter bestimmt.  $T_{tip}$  wird durch die Lösung der

eindimensionalen Wärmeleitungsgleichung der Elektroden als Fit an die gemessenen Temperaturverläufe ermittelt. Eine gegenüber reinen Wolframelektroden, reduzierte Temperatur  $T_{tip}$  belegt einen Emitter-Effekt auch bei Elektrodentemperaturen über 3000 K. Anders als in Metallhalogenidlampen zeigt sich jedoch ein Anstieg von  $T_{tip}$  bei höheren Betriebsfrequenzen in der Modelllampe, der sich auf eine  $Th$  Desorption in der anodischen Phase zurückführen lässt.

P 9.16 Di 17:00 Foyer

**Messung der Cäsium-Dynamik an Quellen negativer Ionen mittels Laserabsorptionsspektroskopie** — ●CHRISTIAN WIMMER<sup>1,2</sup> und URSEL FANTZ<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Lehrstuhl für Experimentelle Plasmaphysik, Universität Augsburg, 86135 Augsburg — <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Assoziation, 85748 Garching

Für die Neutralteilchenheizung von ITER werden leistungsstarke Quellen negativer Wasserstoffionen benötigt. Die Erzeugung negativer Ionen erfolgt dabei effizient über einen Prozess an einer mit Cäsium bedampften Oberfläche niedriger Austrittsarbeit in Wasserstoffplasmen. Die Produktion von  $H^-$  wird beeinflusst von einer starken Cs-Dynamik durch Verteilungs- und Umverteilungsprozesse, die aufgrund der Plasma-Wand-Wechselwirkung und der hohen Cs-Verdampfung stattfinden. Zur Diagnostik von Cäsium stand bisher nur die optische Emissionsspektroskopie zur Verfügung, welche die Plasmamparameter zur Quantifizierung benötigt. Um die Cs-Dynamik auch in Phasen ohne Plasma verfolgen zu können, wurde erstmals eine Laserabsorptionsdiagnostik an der IPP-Prototypquelle als Diagnostik für Cäsium eingesetzt. Die Absorption findet an der Cs-D<sub>2</sub>-Linie (852,1 nm) statt und erfolgt in Vakuum- und Plasmaphasen. Präsentiert werden erste Messungen, welche bereits zu interessanten Erkenntnissen für das Verständnis der Cäsiumdynamik in einer Quelle negativer Ionen führen.

P 9.17 Di 17:00 Foyer

**Time resolved laser absorption spectroscopy for Ar\* density and temperature in pulsed magnetron discharge** — ●HOANG TUNG DO<sup>1</sup>, MARTIN CADA<sup>2</sup>, VLADIMIR SUSHKOV<sup>1</sup>, ZDENEK HUBICKA<sup>2</sup>, and RAINER HIPPLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Felix-Hausdorff-Str. 6, 17489 Greifswald, Germany — <sup>2</sup>Institute of Physics, Academy of Science of the Czech Republic, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8, Czech Republic

Time resolved Ar metastable density and temperature were measured in High Power Impulse Magnetron Sputtering and conventional magnetron discharges with titanium target. Both metastable density and temperature variations feature a two peak structure, one in the pulse and the other in the afterglow. However, we found a noticeable difference between them. The temperature peak in the on-phase appears after the density peak, while the behavior is inverse in the off-phase. This is due to the difference in production mechanisms of metastable. In the pulse, metastable atoms are excited from ground state atoms (cold) by electron impact excitation. But after the termination of the pulse, they are generated from ions (hot) by recombination processes. The temporal variation of metastable density was also modeled using plasma parameters taken from Langmuir probe measurement.