

## SYPD 2: Plasmatechnik und Anwendungen

Time: Thursday 14:00–16:20

Location: V57.03

**Invited Talk**

SYPD 2.1 Thu 14:00 V57.03

**Charakterisierung von Plasmaprozessen zur ionengestützten Abscheidung (PIAD) von optischen Schichten** — ●JENS HARHAUSEN<sup>1</sup>, RALF PETER BRINKMANN<sup>2</sup>, RÜDIGER FOEST<sup>1</sup>, ANDREAS OHL<sup>1</sup>, BENJAMIN SCHRÖDER<sup>2</sup> und HARTMUT STEFFEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>INP Greifswald e.V. — <sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum

Ein in der Optikindustrie verbreitetes System zur PIAD ist die Advanced Plasma Source (APS) der Leybold Optics GmbH. Dabei handelt es sich um eine Glüh-Kathoden DC-Entladung (Entladungsleistung  $P_D \sim 5$  kW) in einer halboffenen Anordnung, welche ein stark inhomogenes Plasma im Rezipienten erzeugt (Druck  $p \sim 2 \cdot 10^{-2}$  Pa, Ionenenergie  $E_i = 50..150$  eV, Elektronendichte  $n_e = 10^9..10^{11}$  cm<sup>-3</sup>). In diesem Beitrag werden Untersuchungen betr. das Funktionsprinzip zur Erzeugung des Plasma-Ionenstrahls und dessen zeitl. Stabilisierung vorgestellt. Einerseits werden exp. Daten zur Elektronen- und Ionenkinetik im Expansionsbereich diskutiert. Andererseits wird auf den Stand der Modellierung der Quellregion und der Strahlausbreitung im Rezipienten eingegangen. Die wesentlichen Mechanismen, die die Strahlausprägung (Teilchenenergie und räuml. Verteilung) beeinflussen, sind die Topologie des Plasmapotentials und die Strahldämpfung aufgrund von Ladungsaustausch-Stößen mit dem Hintergrundgas. Aus den gewonnenen Kenntnissen wurden neue Steuer-Algorithmen abgeleitet, welche eine präzisere Deposition von opt. Schichten ermöglichen. Als Beispiele dienen Studien zur Reproduzierbarkeit der opt. Dicke und der Schichtspannung von TiO<sub>2</sub>-Schichten. Gefördert durch das BMBF (Fkz. 13N10462).

**Invited Talk**

SYPD 2.2 Thu 14:30 V57.03

**Prozessüberwachung und Kontrolle mit der Multipol-Resonanz-Sonde** — ●RALF PETER BRINKMANN, MARTIN LAPKE, JENS OBERRATH, CHRISTIAN SCHULZ, ROBERT STORCH, TIM STYRNOLL, PETER AWAKOWICZ, THOMAS MUSSENBRÖCK, THOMAS MUSCH, ILONA ROLFES und CHRISTIAN ZIETZ — Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Die bei der ionengestützten Abscheidung dünner optischer und anderer funktionaler Schichten erreichbare Prozessqualität hängt im starken Maße von der Stabilität der eingesetzten Plasmaquelle ab. Die Überwachung und ggf. Regelung solcher Quellen ist daher von besonderer technischer Bedeutung. Im Rahmen des BMBF-Projekts "Plasma und Optische Technologien" (PluTO) wird die Multipol-Resonanz-Sonde (multipole resonance probe, MRP) als eine industrietaugliche und kostengünstige Methode zur Bestimmung von Plasmametern untersucht. Dieser Vortrag berichtet über die Entwicklung und Optimierung eines Demonstrators und dessen erfolgreiche experimentelle Charakterisierung in verschiedenen technischen Plasmen. Zwei mögliche Pfade zur Weiterentwicklung der MRP werden vorgestellt, zum einen die in Richtung eines ortsauflösenden Plasma-Diagnostiksystems, zum zweiten die in Richtung eines in-situ Prozessmonitors.

**Invited Talk**

SYPD 2.3 Thu 15:00 V57.03

**Gepulste Hochleistungsplasmen zur Synthese nanostrukturierter Funktionsschichten (SFB TR 87)** — ●PETER AWAKOWICZ — Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr-Universität Bochum

Der SFB TR 87 wird seit Juli 2010 durch die DFG gefördert. In diesem plasmatechnisch ausgerichteten SFB-Transregio arbeiten verschiedene Gruppen der Universitäten Bochum und Aachen aus den Bereichen Plasmatechnik und Plasmaphysik, Werkstoff- und Oberflächentechnik, Materialwissenschaften und Grenzflächenchemie (Uni Paderborn) eng zusammen. Das Ziel des SFB TR 87 ist es, Schichtsysteme mit einzigartigen tribologischen Eigenschaften auf Metallsubstraten sowie Barrierschichten auf Kunststoffsubstraten zu erforschen. Dazu wird neueste, teilweise selbstentwickelte Quellentechnologie zum Einsatz ge-

bracht und mit einem sehr breiten Spektrum an quantitativen, ebenfalls teils neu entwickelten Plasmadiagnostiken, unterstützt durch Modellbildung und einmalige Einzelteilchenexperimente, charakterisiert. Im SFB TR 87 sollen die Zusammenhänge zwischen den Werkstoffeigenschaften und den Plasmametern erforscht und zur Plasmakontrolle, Schichtentwicklung und in-situ Schichtkontrolle eingesetzt werden. Damit wird das empirische Vorgehen bei der Abscheidung dünner Funktionsschichten überwunden und die grundlegenden Mechanismen auf dem Syntheseweg in Hochleistungsplasmen erforscht und theoretisch wie auch experimentell beschrieben.

**Invited Talk**

SYPD 2.4 Thu 15:30 V57.03

**Phase stability of TiAlNO (SFB TR 87)** — ●JOCHEN SCHNEIDER — Lehrstuhl für Werkstoffchemie, RWTH Aachen

Sarakinos et al. has recently highlighted the importance of defects for the phase formation in high power pulsed sputtered HfNO thin films. [1] Using ab initio calculations, the role of defects in TiAlN as well as oxygen incorporation in TiAlN were studied. Vacancies, substitutions, interstitials and combinations thereof in different configurations have been investigated in terms of crystal energies, enthalpies of formation and bulk moduli. The energy of mixing of TiAlN and hypothetical isostructural TiAlO is negative which may imply the possibility to form TiAlNO in NaCl structure. The influence on enthalpy of formation of metal vacancies is calculated as well as on enthalpy of formation of interstitial oxygen. It is shown that oxygen on the nitrogen sublattice leads to spontaneous incorporation of interstitial oxygen. Possible reasons are discussed. Thin films of TiAlNO are prepared using high power pulsed magnetron sputtering of a TiAl target in mixed nitrogen and oxygen atmosphere. It is shown that a high oxygen flux leads to the formation of amorphous films. The influence of temperature on structure, and elastic properties is determined. Furthermore, thermal stability and thermogravimetric data are presented. [1] K. Sarakinos, D. Music, S. Mráz, M. to Baben, K. Jiang, F. Nahif, A. Braun, C. Zilkens, S. Konstantinidis, F. Renaux, D. Cossement, F. Munnik, and J.M. Schneider: On the phase formation of sputtered hafnium oxide and oxynitride films, Journal of Applied Physics 108 (1) (2010) 014909-1.

SYPD 2.5 Thu 16:00 V57.03

**Barrierebeschichtung von PET mit mikrowellenangeregten Niederdruckplasmen mit Substratbias** — ●SIMON STEVES, MICHAEL DEILMANN, NIKITA BIBINOV und PETER AWAKOWICZ — Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik (AEPT), Ruhr-Universität Bochum

Die Verwendung von Kunststoffen wie PET als Verpackungsmaterialien erfordert die Entwicklung geeigneter transparenter Permeationsbarrieren für Gase, wie Sauerstoff und Kohlendioxid. Am Lehrstuhl für Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik werden mikrowellenangeregte Niederdruckplasmen mit Substratbias für die Barrierebeschichtung untersucht.

Als Permeationsbarriere wird dazu Siliziumoxid mit gepulsten Hexamethyldisiloxan:Sauerstoff-Plasmen auf PET abgeschieden. Mit Hilfe eines Substratbias wird der Einfluss der Ionenenergie auf die Eigenschaften des Beschichtungsprozesses untersucht. Die Zusammensetzung der abgeschiedenen Schichten beeinflusst die Barrierewirkung. Während organische Schichten zu keiner angemessenen Barriereverbesserung beitragen, ermöglichen anorganische SiO<sub>x</sub>-Schichten hohe Barrierewirkungen. Gezeigt werden Untersuchungen zur Schichtzusammensetzung (XPS) und zur Visualisierung von Schichtdefekten, die für den Restpermeationsfluss verantwortlich sind.

Das Projekt wird von AURION Anlagentechnik GmbH, der Ruhr University Bochum Research School und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB-TR 87 gefördert.