

SYOT 2: Plasma und Optische Technologien II

Zeit: Dienstag 14:00–17:30

Raum: HZO 80

Hauptvortrag SYOT 2.1 Di 14:00 HZO 80
Charakterisierung des PIAD-Plasmas - aktueller Stand und neue Ansätze — ●JENS HARHAUSEN, DETLEF LOFFHAGEN und RÜDIGER FOEST — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie Greifswald, Felix-Hausdorff-Straße 2, 17489 Greifswald

Zur Herstellung von Dünnschichtsystemen der Interferenzoptik, einem Schlüsselement der optischen Komponenten in Bildgebung, Laseroptik oder Messtechnik, nehmen Anlagen auf Basis der plasma-ionengestützten Deposition (PIAD) eine prominente Stellung ein. In der PIAD werden offene Plasmaquellen eingesetzt, deren Anwendung bis vor kurzem weitgehend auf der empirischen Optimierung der Schichteigenschaften beruhte. Im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens PluTo erfolgte erstmals eine umfassende Charakterisierung des PIAD-Plasmas, die das Verständnis zu Funktionsweise der Quelle und Prozessführung entscheidend erweitern konnte. Der Beitrag stellt wesentliche Erkenntnisse basierend auf Daten zu Elektronen- und Ionenkinetik, sowie optischer Emission vor. Diese betreffen den Mechanismus der Plasmaexpansion, den Ionisierungsgrad und die Dämpfung des Ionenstrahls zwischen Quelle und Substrat. Es folgt ein Ausblick auf weitere diagnostische Herangehensweisen zur Untersuchung von Plasmafluktuationen.

Im zweiten Teil soll der Frage nachgegangen werden, wie der aktuelle Kenntnisstand zu einer Verbesserung der Prozesse in Produktionsanlagen genutzt werden kann. Hierzu werden Ansätze zur in-situ Plasmadiagnostik und darauf aufbauende Regelkonzepte vorgestellt.

Hauptvortrag SYOT 2.2 Di 14:30 HZO 80
Untersuchungen an plasma-ionengestützt abgeschiedenen UV-Schichten auf Aluminiumoxidbasis — ●CHRISTIAN FRANKE^{1,2}, OLAF STENZEL¹, STEFFEN WILBRANDT¹, NORBERT KAISER¹ und ANDREAS TÜNNERMANN^{1,2} — ¹Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena, Deutschland — ²Friedrich-Schiller-University, Institute of Applied Physics, Abbe Center of Photonics, Jena, Deutschland

In Zentrum des Beitrags stehen die optischen Eigenschaften von Mischschichten auf Basis von Al₂O₃-AlF₃ bzw. Al₂O₃-HfO₂. Die Schichten wurden durch Co-Deposition durch Elektronenstrahlverdampfung (teilweise mit Plasmastützung unter Nutzung der Leybold APS pro) in einer Leybold Syrus pro 1100 Aufdampfanlage präpariert. Aufgezeigt werden Korrelationen zwischen den optischen Schichteigenschaften (Brechzahl und Extinktionskoeffizient, bestimmt auf Basis spektralphotometrischer Messungen), der Elementkonzentration (auf Basis von EDX-Messungen), sowie den technologischen Präparationsparametern. Es wird weiter gezeigt, dass durch Mischung der genannten Ausgangsmaterialien UV-transparente optische Schichten mit variabel einstellbarer DUV (deep ultraviolet)-Brechzahl zwischen etwa 1.4 und 2.25 präpariert werden können.

Hauptvortrag SYOT 2.3 Di 15:00 HZO 80
Deposition von SiO_x-Barrierschichten aus gepulsten Mikrowellenplasmen: Korrelation von Plasmadiagnostik und Schichtanalytik — ●PETER AWAKOWICZ¹, FELIX MITSCHKER¹, SIMON STEVES¹, NIKITA BIBINOV¹, BERKEM OEZKAYA² und GUIDO GRUNDMAYER² — ¹Allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr Universität Bochum, NRW — ²Technische und Makromolekulare Chemie, Universität Paderborn, NRW

Gepulste Mikrowellenplasmen werden dazu verwendet, um Barrierschichten auf Kunststoffsubstraten abzuschneiden. Der dazu nötige Gesamtprozess wird in drei Stufen vollzogen. Die erste dient der Oberflächenmodifikation, in der polare Gruppen auf der Oberfläche für eine kovalente Anbindung sorgen. Der zweite Schritt dient der Abscheidung einer Zwischenschicht, die die Kunststoffoberfläche vor dem eigentlichen Prozess der Barriereabscheidung schützt. Im dritten Schritt wird die Barriere selbst aus HMDSO nur mit hoher Sauerstoffbeimischung erzielt. Zusätzlich wird das Substrat mit einem HF-Bias beaufschlagt, um die Ionenenergie für das Schichtwachstum zu optimieren. Für die umfangreiche quantitative Plasmadiagnostik wird die optische Emissionsspektroskopie sowie eine neuartige Multipolresonanzsonde verwendet. Diese ist beschichtungsunabhängig und liefert die Elektronendichte und -temperatur. Die quantitative Schichtanalytik erfolgt mittels XPS, FTIR (IRRAS-FT) und Zyklovoltmetrie. Die Defektdiagnostik basiert auf einer Ätzmethode, durch die die Mikro- und Nanodefekte sichtbar gemacht und automatisiert ausgezählt werden. Die Arbeiten

wurden im Rahmen des SFB-TR 87 durchgeführt.

Hauptvortrag SYOT 2.4 Di 15:30 HZO 80
Ansätze für einen adaptiven Ionenstrahl-Zerstäubungs-Prozess (IBS) — ●FLORIAN CARSTENS — Laser Zentrum Hannover e.V., Hollerithallee 8, 30419 Hannover, Deutschland

Sputter-Depositionsverfahren, im Speziellen das Ionenstrahl-Zerstäuben, kurz IBS (Ion Beam Sputtering), sind heute das Mittel der Wahl, wenn es um die Herstellung von besonders anspruchsvollen, funktionalen Beschichtungen auf optischen Komponenten geht. Anders als beispielsweise beim Magnetron-Sputtern werden gegenwärtig in IBS-Prozessen jedoch materialspezifische, feste Parametersätze ohne eine In-situ-Regelung der Prozessgrößen verwendet. Eine derartige adaptive Regelung birgt ein erhebliches Potential, um eine vor allem für industrielle Anwendungen notwendige weitere Steigerung der Qualität, Reproduzierbarkeit und Ausbeute der hergestellten Beschichtungen zu realisieren. Um das vorstehende Ziel zu erreichen, sollen ausgehend von den im BMBF Projektverbund PluTO erarbeiteten Ergebnissen im Rahmen des ebenfalls durch das BMBF geförderten PluTO+ Verbunds modellbasierte, geschlossene Regelungsketten für den IBS-Prozess erarbeitet werden. Der Vortrag gibt einen Überblick über die im Verlauf des PluTO Projekts identifizierten Einflussgrößen auf den IBS-Beschichtungsprozess und präsentiert die verfolgten Ansätze für einen möglichen adaptiven IBS-Prozess.

Kaffeepause

Hauptvortrag SYOT 2.5 Di 16:30 HZO 80
Prozessüberwachung und Prozessregelung auf Basis der Multipolresonanzsonde — ●RALF PETER BRINKMANN — Ruhr-Universität Bochum

Das Anliegen des BMBF-Verbundprojekts PluTO+ ist die Erhöhung der Qualität und Ausbeute plasmagestützter Beschichtungsverfahren. Das gesetzte Ziel kann ohne eine robuste, prozessstaugliche Plasmadiagnostik nicht erreicht werden: Grundlage aller Konzepte zur Überwachung und -regelung von Plasmaprozessen ist die Fähigkeit zur in-situ-Ermittlung des aktuellen Status der jeweiligen Anlagen.

Ein Kandidat für eine solche Diagnostik ist die Multipolresonanzsonde (MRP). Die MRP ist eine im BMBF-Projekt PluTO entworfene und als Demonstrator realisierte optimierte Variante des Konzepts der aktiven Plasmaresonanzspektroskopie: Mittels einer elektrischen Sonde wird ein Hochfrequenzsignal im GHz-Bereich in das Plasma eingekoppelt. Die Auswertung der spektralen Antwort mit Hilfe eines mathematischen Modells erlaubt dann Rückschluss auf Parameter wie die Plasmadichte und die Elektronentemperatur. Im Fokus dieses Vortrages stehen aktuelle neuere Ergebnisse dieses Vorhabens. Zum einen wird über die Weiterentwicklung der MRP in Richtung eines ortsauflösenden Plasma-Diagnostiksystems berichtet, zum zweiten über die in Richtung eines Monitors für die in-situ-Überwachung von Plasmaprozessen in der Produktion. Anwendungen beider Systeme in der Praxis werden ausführlich dargestellt.

Hauptvortrag SYOT 2.6 Di 17:00 HZO 80
Computational approach to the design of amorphous metal oxide coatings for optical applications — THOMAS FRAUENHEIM¹, ●THOMAS KÖHLER¹, DETLEV RISTAU², HENRIK EHLERS², MARCUS TUROWSKI², MARC LANDMANN³, and EVA RAULS³ — ¹University of Bremen, BCCMS, 28359 Bremen — ²Laser Zentrum Hannover e.V., 30419 Hannover — ³University of Paderborn, 33098 Paderborn

There is considerable interest at development of novel control strategies for ion beam sputtering (IBS) deposition of ternary metal oxide thin films at given refractive indices and mixture ratios. A combined approach of classical and density functional theory based techniques is applied to study the structural properties of amorphous metal oxides. The disordered phases are accurately modeled by quantum mechanical based molecular dynamics. The equivalence to experimentally characterized amorphous phases is demonstrated by atomic structure factors and radial pair-distribution functions. The electronic properties and the linear optical response of the generated structures are computationally characterized at experimental accuracy by using non-local hybrid functional DFT, many-body perturbation theory and random phase approximation (RPA).