

Anwendungen der Plasmatechnik in den Optischen Technologien (SYOT)

gemeinsam veranstaltet vom
 Fachverband Kurzzeitphysik (K) und der
 Deutschen Gesellschaft für Plasmatechnologie e.V. (DGPT)

Detlev Ristau
 Laser Zentrum Hannover e.V.
 Hollerithallee 8
 30419 Hannover
 d.ristau@lzh.de

Klaus Dieter Weltmann
 Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V.
 Felix-Hausdorff-Str. 2
 17489 Greifswald
 weltmann@inp-greifswald.de

Der Erfolg der Optischen Technologien wird entscheidend von der Qualität und Funktionalität der optischen Komponenten, speziell deren Oberflächen, geprägt. Hier haben sich Prozessplasmen als unverzichtbar bei der Herstellung funktionaler Oberflächen erwiesen. Selbst in einfachster Form, der direkten Plasmabehandlung der Oberfläche, können über viele andere Techniken hinaus nicht nur neue Eigenschaftsprofile durch Strukturierungsverfahren, sondern auch Angleichungen in der Pässe der Oberfläche im Sub-Nanometer-Maßstab realisiert werden. Unübertroffen ist die Nutzungsvielfalt des Plasmas bei der Herstellung von Schichten, die von einer Unterstützung des Schichtwachstums in plasmagestützten Bedampfungsprozessen, über eine direkte Wechselwirkung in Plasma-CVD-Prozessen bis hin zu Sputterprozessen reicht, bei denen die Freisetzung des Beschichtungsmaterials durch Plasmabeaufschlagung eines Targets ausgeführt wird. Die Plasmatechnik steht deshalb mit ihrer Fülle von Gestaltungsmöglichkeiten an vorderster Front der Forschung an optischen Oberflächen. Das Symposium „Anwendungen der Plasmatechnik in den Optischen Technologien“ (SYOT) soll vor diesem Hintergrund Einblicke in die aktuelle Forschung und entsprechende Umsetzungen der Plasmatechnik in den Optischen Technologien illustrieren.

Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsaal HS Physik)

Hauptvorträge

SYOT 1.1	Di	13:30–14:15	HS Physik	Plasmagestützte Techniken für Beschichtungen in der Präzisionsoptik — ●HANS K. PULKER
SYOT 1.2	Di	14:15–15:00	HS Physik	Entspiegelung transparenter Polymere durch Plasmaätzen — ●ULRIKE SCHULZ
SYOT 1.3	Di	15:00–15:30	HS Physik	Study of reaction kinetics, process control and trace gas detection in molecular gases and plasmas based on QCLAS — ●JÜRGEN RÖPCKE
SYOT 2.1	Di	15:50–16:35	HS Physik	Plasmatechniken für kleinskalige optische und mikrosystemtechnische Bauteile — ●ANDREAS OHL
SYOT 2.2	Di	16:35–17:20	HS Physik	Aktive Resonanzspektroskopie als robuste Plasmadiagnostik — ●RALF PETER BRINKMANN, MARTIN LAPKE, THOMAS MUSSENBRÖCK

Fachsitzungen

SYOT 1.1–1.3	Di	13:30–15:30	HS Physik	Optische Beschichtungen
SYOT 2.1–2.2	Di	15:50–17:20	HS Physik	Plasmatechnik

SYOT 1: Optische Beschichtungen

Zeit: Dienstag 13:30–15:30

Raum: HS Physik

Hauptvortrag SYOT 1.1 Di 13:30 HS Physik
Plasmagestützte Techniken für Beschichtungen in der Präzisionsoptik — ●HANS K. PULKER — Technologie Dünne Schichten, Institut für Ionenphysik und Angewandte Physik, Universität Innsbruck (A)

Metalle und chemische Verbindungen werden in Form hochwertiger dünner Schichten zur Funktionalisierung optischer Komponenten industriell eingesetzt. Die Anforderungen an die optische und mechanische Schichtqualität und deren Umweltstabilität sind zunehmend höher. Inerte und reaktive Plasmaunterstützung ist zur Herstellung solcher Schichten unverzichtbar. Metalloxid- und Metallnitrid-Schichten zum Aufbau interferenzoptischer Mehr- und Viellagensysteme haben vielseitige praktische Anwendung. Reaktive Niederdruck-Gasentladungsplasmen sowie Plasmen aus elektrischen Bogenentladungen werden oftmals zur Synthese dieser Verbindungsschichten herangezogen. In modernen Ionen- und Plasma-Prozessen erfolgt der Energieeintrag in eine aufwachsende Schicht durch Stoßkaskaden und Impulsübertragungseffekte von kinetisch angeregten Ionen, Atomen oder Molekülen. Die eingebrachte Energie bewirkt eine gute Schichthaftung, strukturelle Verdichtung des Gefüges und Verbesserung der optischen und mechanischen Schichteigenschaften sowie höhere Umweltresistenz. Gepulste Plasmaprozesse eröffnen neue Aspekte hinsichtlich der auftretenden Ionenspezies sowie der Höhe und spektralen Verteilung der sich einstellenden kinetischen Teilchenenergien.

Hauptvortrag SYOT 1.2 Di 14:15 HS Physik
Entspiegelung transparenter Polymere durch Plasmaätzen — ●ULRIKE SCHULZ — Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik, Jena

Bei vielen optischen Komponenten besteht die Forderung, eine möglichst hohe Lichttransmission zu erreichen. Reflexionsverluste müssen deshalb durch spezielle Oberflächenvergütungen unterdrückt werden. Neben Interferenzschichten bietet sich bei Kunststoffoberflächen die Möglichkeit an, sogenannte "Mottenaugenstrukturen" für

die Entspiegelung zu nutzen. Die Erzeugung solcher Subwellenlängen-Strukturen erfolgt auf PMMA und anderen Materialien unter dem Einfluss bestimmter Plasmaemissionen völlig selbstorganisiert. Durch Ergänzung eines Initialschrittes und Abwandlung der Prozessparameter gelingt die Entspiegelung von fast allen polymeren Materialien. Vor dem Ätzschritt wird eine dünne dielektrische Schicht aufgebracht, deren Art und Dicke die Strukturbildung beeinflusst. Im Vergleich zu Interferenzschichten kann durch die Subwellenlängenstruktur eine spektral sehr breitbandige Reflexminderung auf kompliziert geformten Oberflächen erreicht werden. Zusätzlich aufgedampfte dünne Schichten sind geeignet, die mechanische Beständigkeit zu verbessern und die Oberflächenenergie gezielt zu beeinflussen.

Hauptvortrag SYOT 1.3 Di 15:00 HS Physik
Study of reaction kinetics, process control and trace gas detection in molecular gases and plasmas based on QCLAS — ●JÜRGEN RÖPCKE — neoplas control GmbH, Walther-Rathenau-Straße 49a, 17489 Greifswald, Germany

Mid infrared absorption spectroscopy (AS) between 3 and 20 micro m based on quantum cascade lasers (QCL) has progressed considerably as a powerful diagnostic technique for in situ studies of the fundamental physics and chemistry of molecular plasmas and for trace gas analysis. Since plasmas with molecular feed gases are used in many industrial applications such as thin film deposition and semiconductor processing this has stimulated the adaptation of QCLAS to industrial requirements. The Q-MACS technology provides compact and user friendly quantum cascade laser measurement and control systems developed to monitor and control plasma processes and to detect trace gases with high sensitivity (sub-ppb). The contribution introduces in the principles of the Q-MACS technology and highlights new products of the Q-MACS family. Several examples of applications in research and industry, given in the contribution, underline the outstanding solutions for on-line process control and highly sensitive measurements in gases and plasmas.

SYOT 2: Plasmatechnik

Zeit: Dienstag 15:50–17:20

Raum: HS Physik

Hauptvortrag SYOT 2.1 Di 15:50 HS Physik
Plasmatechniken für kleinskalige optische und mikrosystemtechnische Bauteile — ●ANDREAS OHL — Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie, Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald

Anwendungen von Plasmen sind in der Optiktechnologie sehr weit verbreitet. Sie reichen von der Strahlungserzeugung, über verschiedene Beschichtungstechniken bis hin zu diversen Fertigungshilfen. Beindruckend ist der Größenbereich von Bauteilen bzw. Strukturen an denen Plasmen zur Anwendung kommen. Beschichtungsanlagen auf der Basis von Sputterprozessen gehören mit zu den größten industriell angewendeten Plasmaanlagen und bearbeiten flächige Bauteile mit lateralen Dimensionen von vielen m², z.B. Architekturglas. Bei optische Datenspeichern und reflexionsmindernden Schichten werden vertikale Strukturen im nm-Bereich präzise abgeschieden. Es überrascht daher nicht, dass die Optiktechnologie ein wichtiger Technologietreiber für die Plasmatechnik ist und interessante Problemstellungen für die Plasmaforschung generiert. Im vorliegenden Beitrag werden, beispielhaft dafür, neuere Entwicklungen der Plasmatechnik für optisch-mikrosystemtechnische Bauteile, vorzugsweise aus Kunststoffen, vorgestellt: Plasmafeinreinigung und Oberflächenfunktionalisierungen in engen Spalten und Strukturen, lokale Funktionalisierungen und Schichtabscheidungen mit Atmosphärendruck-Mikroplasma-Jets sowie Plasmabondverfahren für extrem präzise Bauteil-Fügungen. Zugrunde lie-

gende physikalische und chemische Mechanismen werden diskutiert.

Hauptvortrag SYOT 2.2 Di 16:35 HS Physik
Aktive Resonanzspektroskopie als robuste Plasmadiagnostik — ●RALF PETER BRINKMANN, MARTIN LAPKE und THOMAS MUSSENBERG — Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik, Ruhr-Universität Bochum, D-44780 Bochum

Plasmadiagnostik ist eine hochentwickelte Kunst. Von den vielen verfügbaren Methoden sind jedoch nur wenige für industrielle Umgebungen geeignet, nämlich i) robust und stabil, ii) unempfindlich gegen Prozesseinflüsse, iii) selbst nicht prozess-störend, iv) kalibrationsfrei und einfach auszuwerten, und v) ökonomisch in Bezug auf Abmessung und Kosten. Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang die "aktive Plasmaresonanzspektroskopie": Plasmen haben die natürliche Eigenschaft, auf oder in Nähe der Plasmafrequenz zu oszillieren, und eine Anregung und Beobachtung dieser Oszillation erlaubt die Bestimmung der Elektronendichte und anderer relevanter Plasma-parameter. Der Vortrag beleuchtet die physikalischen Grundlagen der aktiven Plasmaresonanzspektroskopie und stellt dann zwei konkrete Realisationen vor, die *plasma absorption probe* PAP nach Sugai und die kürzlich vorgeschlagene *multipole resonance probe* MRP. Mögliche Anwendungen der MRP in Plasmaprozessen für optische Technologien werden diskutiert.