



LASERINDUZIERTE STRAHLUNGSQUELLE IM EXTREMEN ULTRAVIOLETT

Aufgabenstellung

Laserinduzierte Plasmen gelten als hoch brillante Strahlungsquellen im Spektralbereich des extremen Ultraviolett und des weichen Röntgenbereichs. Eine wesentliche technologische Hürde stellt dabei die Bereitstellung eines effizienten Targets dar. Das Targetmaterial, welches durch einen Laserpuls zur Emission von für das Material charakteristischer Strahlung angeregt wird, soll möglichst in einem regenerativen Targetkonzept bereitgestellt werden. Für Strahlungsquellen bei einer für die Halbleiterproduktion interessanten Wellenlänge von 13,5 nm ist heute die Injektion von Zinn-Tröpfchen in eine Vakuumkammer eine verbreitete Methode. Dieser Ansatz ist allerdings mit einem erheblichen technologischen Aufwand verbunden, insbesondere im Hinblick auf die Lebensdauer der Injektionsdüse und die Stabilität des Tröpfchenstrahls.

Vorgehensweise

Ein alternatives Targetkonzept stellt ein mit flüssigem Zinn benetztes rotierendes Rad dar. Dabei wird mit einem Laser auf der sich ständig regenerierenden Oberfläche ein intensiv bei 13,5 nm emittierendes Zinn-Plasma erzeugt. Dieses Konzept wurde bereits erfolgreich für ein entladungsbasiertes Elektrodensystem, dem lasergezündeten Vakuumfunken, von der Firma Ushio demonstriert. Der thermische Haushalt des Rads erlaubt dabei den elektrischen Leistungseintrag von mehreren zehn Kilowatt.

Ergebnis

In einem ersten Experiment wurde die Tauglichkeit dieses Konzepts mit einem gepulsten Multi-Kilohertz-Laser demonstriert. Ohne weitere Optimierung des Systems konnte eine Effizienz für die Emission bei 13,5 nm von mehr als 2 Prozent ($2\pi\text{sr}$ 2% b.w.) für die eingekoppelte Laserleistung erreicht werden. Die dabei nachgewiesene Brillanz beträgt etwa $40 \text{ W/mm}^2\text{sr}$, was bereits für die kommerzielle Nutzung bei der Maskeninspektion ausreichend wäre.

Anwendungsfelder

Das wichtigste Anwendungsfeld dieser hochbrillanten Strahlungsquelle im extremen Ultraviolett ist die Halbleiterlithographie, bevorzugt zum Beispiel für die Inspektion von Masken.

Diese Arbeit wurde in Kooperation mit der Firma Ushio/BLV Licht- und Vakuumtechnik durchgeführt.

Ansprechpartner

Alexander von Wezyk M.Sc.
 Telefon +49 241 8906-376
 alexander.von.wezyk@ilt.fraunhofer.de

Dr. Klaus Bergmann
 Telefon +49 241 8906-302
 klaus.bergmann@ilt.fraunhofer.de

- 1 Mit Zinn benetztes Rad als Target für laserinduzierte Plasmen.
- 2 Gemessenes Strahlprofil bei einer Wellenlänge von 13,5 nm.