



GASENTLADUNGSPLASMA ALS MEDIUM FÜR XUV-LASER

Aufgabenstellung

Dichte, heiße und zylinderförmige Plasmen mit hohem Aspektverhältnis von Länge zu Durchmesser sind von Interesse als Medium für verstärkte spontane Emission (ASE) oder für eine Brillanzoptimierung in axialer Beobachtungsrichtung. So wurden in der Vergangenheit an anderer Stelle Argon-basierte Gasentladungspasmen erfolgreich mit ASE bei 46,5 nm demonstriert. Dabei müssen Elektronendichten von 10^{18} - 10^{19} pro cm^3 bei Temperaturen im Bereich 50 - 200 eV erreicht werden. Am Fraunhofer ILT wird an Entladungskonzepten gearbeitet, bei denen solche Plasmen in Zukunft mit höherer Wiederholrate im Bereich mehrerer Kilohertz bei höherer mittlerer Strahlungsleistung langzeitstabil generiert werden können.

Vorgehensweise

Zur Erzeugung von Plasmen mit längerer axialer Ausdehnung von angestrebten mehreren Zentimetern wurde das Elektrodensystem mithilfe eines bestehenden Gasentladungskonzepts modifiziert. Auf diesem Konzept basierende Anlagen sind

Intensitätsverteilung der EUV-Emission:

- 1 ... im Elektrodensystem für auf kurze Plasmen optimierte Geometrie (Kantenlänge 40 mm).
- 2 ... im Elektrodensystem für längeren Entladungskanal (Kantenlänge 40 mm).

heute an vielen Stellen im kommerziellen Einsatz. Der gewählte Ansatz bietet die technischen Voraussetzungen, ASE-fähige Plasmen zu höheren Emissionsleistungen und Lebensdauern zu skalieren.

Ergebnis

Die typische Länge des Plasmas beträgt für eine Elektroden-geometrie nach dem Stand der Technik etwa 3 - 4 mm (s. Bild 1). Der Durchmesser liegt dabei zwischen 300 und 500 μm in axialer Beobachtungsrichtung. In einem ersten Schritt konnte mit einem modifizierten Elektrodensystem die Länge auf etwa 20 - 30 mm gesteigert werden. Bild 2 zeigt entsprechend die rekonstruierte Intensitätsverteilung eines Argon-Plasmas. Aus den Emissionsspektren lassen sich Elektronendichte und Temperatur zu etwa 10^{18} pro cm^3 und 50 eV abschätzen, wodurch nach weiteren Optimierungsschritten die ASE-Bedingungen eingehalten werden können.

Anwendungsfelder

Mögliche Einsatzgebiete hochbrillanter, inkohärenter sowie teilweise kohärenter (ASE) Strahlungsplasmen im Spektralbereich des extremen Ultraviolett (XUV) liegen in der Mikroskopie oder Strukturierung auf der Nanometerskala wie zum Beispiel bei der Maskeninspektion in der zukünftigen Halbleiterproduktion.

Ansprechpartner

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

apl. Prof. Reinhard Noll
 Telefon +49 241 8906-138
 reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de