



## BESTRAHLUNGSSYSTEM FÜR DIE OPTIKENTWICKLUNG IM EXTREMEN ULTRAVIOLETT

### Aufgabenstellung

Die Entwicklung von Optiken und Komponenten für die Extrem-Ultraviolett-Lithographie (EUVL) erfordert Lebensdauer-tests bei der Einsatzwellenlänge um 13,5 nm und Intensitäten, wie sie auch im Betrieb der Lithographiesysteme auftreten. Die thermische Belastbarkeit oder der Verschleiß durch EUV-induzierte Kontaminationen der Komponenten können so ermittelt und durch geeignete Maßnahmen wie Spezialbeschichtungen verbessert bzw. reduziert werden.

### Vorgehensweise

Kernkomponenten des Systems sind eine am Fraunhofer ILT entwickelte EUV-Strahlungsquelle basierend auf einer Xenon-Gasentladung und ein Grazing-Incidence-Kollektor mit der zu bestrahlenden Probe im Fokuspunkt. Bei der Dimensionierung des Kollektors sind sowohl Anforderungen wie Spotgröße, mittlere Leistung, Spitzenintensität und Einstrahlwinkel als auch die volumetrischen Emissionseigenschaften der Strahlquelle zu berücksichtigen. Unverfälschte experimentelle Bedingungen benötigen eine Unterdrückung des Arbeitsgasflusses in die Bestrahlungskammer auf ca.  $10^{-5}$  mbar l/s. Unterstützt von Monte-Carlo-Simulationen der molekularen Strömung im Vakuum wird ein differentielles Pumpsystem entwickelt,

mit dem dieses Ziel erreicht wird. Die Strahlungsquelle hat eine mittlere EUV-Leistung von bis zu  $700 \text{ W}/2\pi\text{sr}$  in einem Spektralbereich von 10–18 nm (Breitband). Davon wird eine Strahlungsleistung von bis zu  $40 \text{ W}/2\pi\text{sr}$  in den für die EUV-Lithographie besonders interessanten Bereich um 13,5 nm in einer spektralen Bandbreite von 0,27 nm (Inband) emittiert. Die Pulswiederholrate der EUV-Quelle liegt bei bis zu 2500 Hz.

### Ergebnis

Das entwickelte System aus Quelle, Kollektormodul und Druckstufe liefert eine mittlere Bestrahlungsleistung von bis zu  $40 \text{ W}/\text{cm}^2$  (breitband) und etwa  $4 \text{ W}/\text{cm}^2$  (inband) um eine Zentralwellenlänge von 13,5 nm bei einem Spotdurchmesser von 1,6 mm. Ein modifiziertes optisches System erlaubt die näherungsweise homogene Bestrahlung einer Fläche mit einem Durchmesser von ca. 4 mm bei entsprechend geringerer Intensität. Durch differentielles Pumpen kann an der Probenposition ein Druck von unter  $10^{-7}$  mbar erreicht werden, wodurch störende Einflüsse durch Restgaskontamination bei der Untersuchung minimiert werden.

### Anwendungsfelder

Durch Anpassung der Betriebsparameter der Quelle und des Kollektors wird ein Spektralbereich von ca. 2 nm Wellenlänge bis in das extreme Ultraviolett bei ca. 20 nm abgedeckt. Das Hauptanwendungsfeld liegt derzeit in Lebensdauer-tests von Komponenten für die EUV-Lithographie bei Bestrahlung um eine Zentralwellenlänge von 13,5 nm.

### Ansprechpartner

Dr. Jochen Vieker, DW: -397  
 jochen.vieker@ilt.fraunhofer.de  
 Dr. Klaus Bergmann, DW: -302  
 klaus.bergmann@ilt.fraunhofer.de

1 Quelle-Kollektor-System für Bestrahlungsexperimente im extremen Ultraviolett.