

## **EUV/Soft X-ray: le sorgenti da plasma EGERIA & DPP**

S. Bollanti, P. Di Lazzaro, F. Flora, L. Mezi, D. Murra, A. Torre

Nel Laboratorio Sorgenti, Antenne e Diagnostiche dell'ENEA di Frascati sono operative due sorgenti EUV (Estremo UltraVioletto)/Soft X-ray, basate una su plasma prodotto da laser (LPP, Laser Produced Plasma) ed una su plasma generato da scarica (DPP).

La sorgente LPP, detta EGERIA, può operare con due distinti sistemi laser ad eccimero XeCl ( $\lambda=308$  nm): un laser commerciale (0.5 J/impulso, 30 ns FWHM) funzionante fino a 50 Hz di frequenza di ripetizione, ed il laser prototipale Hercules ad alta energia per impulso (5 J/impulso, 120 ns FWHM, 5 Hz max), sviluppato e realizzato in ENEA,. Entrambi i laser sono equipaggiati con cavità instabili per migliorare la qualità del fascio, e quindi la sua focalizzabilità. Regolando l'intensità del laser sul bersaglio solido a nastro (p. es. Cu, Ta) si ottimizza l'emissione o nell'EUV (16 mJ/sr), o nella *water window* (1.2 mJ/sr) oppure nei raggi X molli (0.2 mJ/sr) [1].

Questa sorgente è stata ampiamente caratterizzata e, nel corso dei progetti More Moore IP (EC, VI FP, 2004-2006) e FIRB-EUVL (MIUR, 2004-2008), dedicata in particolare alla microlitografia nell'EUV, con un'attenzione specifica alla mitigazione dei detriti emessi dal plasma, per i quali, mediante un apposito sistema, si è ottenuto un fattore di riduzione  $>10^3$  [2-6].

La sorgente DPP, sviluppata originariamente nel corso di una collaborazione con l'Università dell'Aquila, è stata successivamente perfezionata ed ottimizzata nei Laboratori ENEA di Frascati [7]. Si basa su una scarica veloce ad alta corrente di picco ( $\approx 11$  kA, con tempo di salita di 120 ns), generata longitudinalmente in flusso di gas xenon a bassa pressione parzialmente confinato in un capillare di allumina. La sorgente, che opera tipicamente a 10 Hz, genera radiazione dall'IR fino all'EUV ed in quest'ultima regione spettrale è ottimizzata per emettere tra 10 e 20 nm un'energia per impulso fino a 25 mJ/sr e durata 100 ns [8].

La sorgente è attualmente impiegata per irraggiamenti litografici di materiali innovativi nell'ambito di un progetto finanziato dalla Fondazione Cariplo ("*New materials for direct nanopatterning and nanofabrication by EUV and soft X-rays exposures*", 2013-2015).

Verranno presentati i parametri operativi di entrambe le sorgenti insieme ad una panoramica delle principali applicazioni con esse effettuate.

1. S. Bollanti et al., Appl. Phys. B 76 (2003) 277.
2. S. Bollanti et al., EPL 84 (2008) 58003.
3. S. Bollanti et al., Appl Phys B 96 (2009) 479.
4. P. Di Lazzaro et al, Appl. Surf. Sci. 272 (2013) 13.
5. S. Bollanti et al., NIM A 720 (2013) 168.
6. S. Bollanti et al. "ENEA Extreme Ultraviolet Lithography Micro-Exposure Tool: main features" in Short Wavelength Laboratory Sources, Principles and Practices, D. Bleiner et al. Eds. (RSC Publishing, 2015) pp. 245-269. DOI:10.1039/9781849735018-00245.
7. L. Mezi, F. Flora, RT/2012/15/ENEA.
8. L. Mezi et al., Proc. of Science (ECPD2015) 125.