

高輝度 EUV 光源の放射特性

Characteristics of a high-brightness EUV source

宇都宮大院工¹, 宇都宮大オプト², レーザー総研³, HiLASE Centre⁴

○ 荒居 剛己¹, 原 広行¹, チン タンフン², 砂原 淳³, 三浦 泰祐⁴, 遠藤 彰⁴,
東口 武史^{1,2}

Utsunomiya Univ.¹, CORE, Utsunomiya Univ.², Inst. of Laser Technol.³, HiLASE Centre⁴

○ G. Arai¹, H. Hara¹, T.-H. Dinh², A. Sunahara³, T. Miura⁴, A. Endo⁴, and T. Higashiguchi^{1,2}

E-mail: mt146604@cc.utsunomiya-u.ac.jp

波長 13.5 nm の極端紫外 (EUV) リソグラフィーでは、量産光源とは別にマスク欠陥を検査する高輝度の標準光源が求められており、幾つかある方式の中で、レーザー生成プラズマ方式は小型かつ高輝度を実現できる有望な方式の一つである。しかしながら、先行している欧米の光源研究における光源サイズは 100 μm 以上もあり、輝度は数 $\text{W}/\text{mm}^2\text{sr}$ しかなく、要求されている数 100 $\text{W}/\text{mm}^2\text{sr}$ には及ばない状況にある。

我々は、高輝度光源を実現するために、量産光源で用いられてきた液滴ターゲットではなく、直径 10 μm 、厚さ 100 nm のスズ (Sn) ナノ薄膜ドットターゲットを用いることを提案している。これにパルス幅がサブナノ秒のレーザーを照射することにより、高いエネルギー変換効率を維持したままで光源サイズを 10–20 μm に抑制できるものと考えており、ドットターゲットの開発を進めてきた [1]。しかしながら、サブナノ秒レーザーを集光照射したときの EUV 放射特性は明らかになっていない上に、放射流体シミュレーションとのベンチマーキングも不十分なままである。

本研究では、パルス幅が 150 ps の Nd:YAG レーザーの基本波 (波長 1064 nm) を平板 Sn ターゲットに集光照射し、斜入射分光器により時間積分スペクトル、カロリメーターにより変換効率、EUV ピンホールカメラにより光源サイズを観測した。図 1 は観測された時間積分スペクトルである。赤実線は実験値、青点線は放射流体シミュレーションの結果であり、両者はよく一致しており、放射流体シミュレーションで予測、検討ができるようになるものと考えている。図 2 は光源サイズのレーザーエネルギー依存性である。最小光源サイズは、約 $20 \times 30 \mu\text{m}^2$ であり、小さな光源を実現できる可能性が示された [2]。

[1] T.-H. Dinh *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **85**, 116104 (2014).

[2] A. Roy *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 074103 (2014); and references therein.

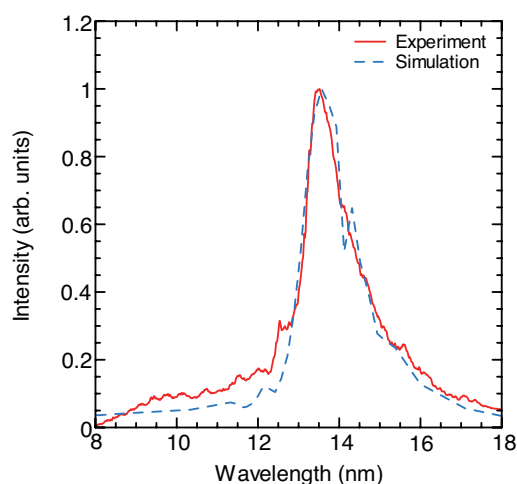


図 1 : EUV スペクトル

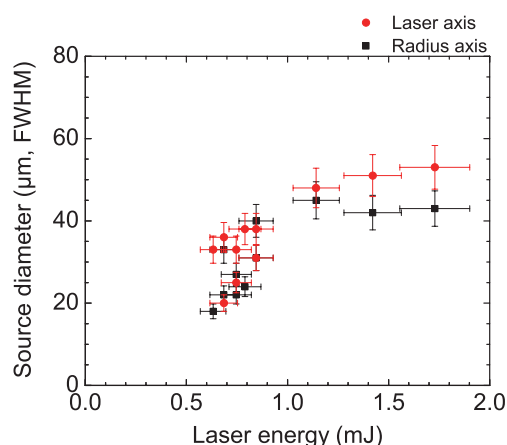


図 2 : 光源サイズのレーザーエネルギー依存性