

## EUV 光源の高効率化のための短パルス CO<sub>2</sub> レーザーの開発

### Development of short pulse CO<sub>2</sub> laser for efficient EUV sources

○ 笹沼 淳史<sup>1</sup>, 天野 玲保<sup>1</sup>, チン タンフン<sup>2</sup>, 荒居 剛己<sup>1</sup>, 藤井 雄介<sup>1</sup>, 中村 大輔<sup>3</sup>,  
高橋 昭彦<sup>4</sup>, 岡田 龍雄<sup>3</sup>, 三浦 泰祐<sup>5</sup>, 遠藤 彰<sup>5</sup>, 東口 武史<sup>1,2</sup>

1. 宇都宮大院工, 2. 宇都宮大オプト, 3. 九大院シ, 4. 九大医, 5. HiLASE Centre

○ Atsushi Sasanuma<sup>1</sup>, Reiho Amano<sup>1</sup>, Thanh-Hung Dinh<sup>2</sup>, Goki Arai<sup>1</sup>, Yusuke Fujii<sup>1</sup>, Daisuke Nakamura<sup>3</sup>, Akihiko Takahashi<sup>4</sup>, Tatsuo Okada<sup>3</sup>, Taisuke Miura<sup>5</sup>, Akira Endo<sup>5</sup>, and Takeshi Higashiguchi<sup>1,2</sup>

1. Utsunomiya Univ., 2. CORE, Utsunomiya Univ., 3. Kyushu Univ., 4. Kyushu Univ.,  
5. HiLASE Centre

E-mail: mt146627@cc.utsunomiya-u.ac.jp

EUV (Extreme ultraviolet) と呼ばれる波長 13.5 nm や BEUV (beyond EUV) と呼ばれる波長 6.x nm の光は、次世代半導体リソグラフィ用光源として、研究されている [1]。これらの波長を持つ光を生成する方法は多々あるが、金属ターゲットにレーザーを照射することによって、プラズマを生成する方式 (laser-produced plasma: LPP) は、装置の小型化や高効率化の面から利用されることが多い。LPP に用いるレーザーには、 $\lambda_L = 1.06 \mu\text{m}$  の Nd:YAG レーザーを用いることが多いが、 $\lambda_L = 10.6 \mu\text{m}$  の CO<sub>2</sub> レーザーを用いると、Nd:YAG LPP の光学的厚みよりも薄くなることから、スペクトルの形状が大きく変わることが観測されている [1]。EUV 光源の概念を拡張し、実験室系での軟 X 線顕微鏡用光源に関する研究も進んでいる [2]。

CO<sub>2</sub> LPP 光源では、CO<sub>2</sub> レーザーを短パルス化かつ高強度化することが必要である。一般的な発振におけるパルス幅は  $\mu\text{s}$  程度、Q スイッチにより 10–20 ns 程度のパルス幅になるが、プラズマ光源を高温化するためには、更なる短パルス化が必要である。研究例が多い CO<sub>2</sub> レーザーであるが、我々は EUV 光源や水の窓軟 X 線光源のプラズマ加熱用レーザーとして開発を進めている。

図 1 は光駆動半導体プラズマミラースイッチにより短パルス化されたマルチパス増幅前の波形であり、ここでは、パルス幅が 3 ns の波形とビームプロファイルを示している。実際には、パルス幅は 3–15 ns の領域で可変である。若干のペDESTALがあるが、これは過飽和吸収体を挿入することで、消光できると考えている。発表では、ビームプロファイルや光駆動半導体プラズマミラースイッチの最適条件についても発表する予定である。

[1] T. Higashiguchi *et al.*, Opt. Express **21**, 31873 (2013).

[2] T. Higashiguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 014103 (2012).

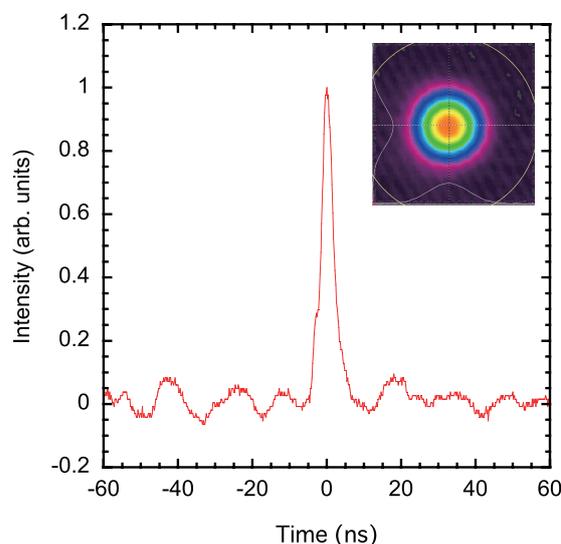


Fig. 1: Temporal waveform of the short CO<sub>2</sub> laser pulse by use of a pulse slicer. The inset is the beam profile of the output pulse.