

協同的トムソン散乱計測による LPP-EUV 光源プラズマ診断 Diagnostics of LPP-EUV source plasmas using collective Thomson scattering

○戸室 啓明¹、柳田 達哉¹、神家 幸一郎¹、ゲオルグ スマン¹、和田 靖典¹、國島 正人¹、
児玉 健¹、富田 健太郎²、佐藤 祐太²、江口 寿明²、築山 晶一²、内野 喜一郎²
(1. ギガフォトン株式会社、2. 九大総理工)

○Hiroaki Tomuro¹, Tatsuya Yanagida¹, Kouichiro Kouge¹, Georg Soumagne¹, Yasunori Wada¹,
Masahito Kunishima¹, Takeshi Kodama¹, Kentaro Tomita², Yuta Sato², Toshiaki Eguchi²,
Syouchi Tsukiyama², Kiichiro Uchino² (1.Gigaphoton Inc., 2.Kyushu Univ.)
E-mail: hiroaki_tomuro@gigaphoton.com

半導体製造技術の微細化は年々進歩し続け、次世代半導体露光装置に要求される光源の波長は極端紫外光 (Extreme Ultra Violet : EUV) 領域に及び、その中で世界的な開発競争が特に盛んなのが波長 13.5nm を中心とした EUV リソグラフィ技術である。現在ギガフォトンもこのための、Sn 液滴をターゲットとするレーザ励起型プラズマ (Laser Produced Plasma : LPP) 方式の光源の開発を進めている。

しかしながら、EUV 光源は様々な問題を抱えており、その一つが入射したエネルギーから EUV 放射エネルギーへの変換効率 (Conversion Efficiency : CE) を上げることが困難な点である。最近の研究では、YAG レーザによるプリパルス技術により 5 %程度まで改善できることが実験レベルでは明らかになったが、未だ不明な点が多く、その技術の最適化及び製品化には至っていない¹⁾。

ギガフォトンでは CE 改善のための産学連携の共同研究を積極的に推進しており、そのひとつが協同的トムソン散乱計測システムの開発である²⁾。レーザートムソン散乱法は、自由電子に電磁場を入射した時に放射される散乱光を分光計測し、解析することで、局所的な T_e 、 T_i 及び n_e 、 Z を導出することが可能な方法である。この方法を使用した計測システムの開発により、それまで困難であった、サイズ<1 mm、寿命<100 ns 程度の Sn プラズマのパラメータ診断が可能となった。

ギガフォトンでは EUV 発光メカニズムを解明し、プリパルス技術を最適化することを目的として、前述のシステムにより、Sn プラズマの n_e 、 T_e の空間分布とその時間発展の計測、及びその入射レーザエネルギーとの相関を検証した。本件はその結果を報告する予定である。

- 1) Hakaru Mizoguchi et al., "Performance of one hundred watt HVM LPP-EUV Source", Proc. of SPIE Vol. 9422(2015)
- 2) Kentaro Tomita et al., "Development of a collective Thomson scattering system for laser-produced tin plasmas produced for extreme-ultraviolet light sources", Appl. Phys. Express, Vol. 8, No. 12(2015)