

高強度極端紫外(EUV)光による材料プロセッシングに向けたEUV光-物質相互作用の特性評価

田中のぞみ¹、出口 亮¹、和田 直¹、砂原 淳²、村上匡且¹、安田清和³、
余語覚文¹、西村博明¹

¹大阪大学レーザーエネルギー学研究センター、²(公財)レーザー技術総合研究所、
³大阪大学工学研究科

波長10-100 nm領域の極端紫外(EUV)光は、あらゆる元素の極浅表面で吸収され、その吸収過程も一般のレーザー吸収過程と大きく異なる。また臨海密度は固体密度を超えるため、高密度プラズマを透過し、固体密度領域へ到達し直接エネルギー付与を行うことが可能である。これらの物質との相互作用に見られる特徴は真空紫外光より超波長に渡る従来のレーザーとは一線を画すため、材料プロセッシング、イメージング、材料分析などの広い分野において新たな光源として期待されている。我々はレーザー駆動高強度パルスEUV光を用いたEUV光-物質相互作用の特性を明らかにすることで、高強度EUV光を材料プロセッシングに利用することを目的として、EUV光による物質アブレーションの加熱からプラズマ膨張に至るアブレーション過程、及びレーザーアブレーションとの差異の解明に向けた基礎研究、また光源と照射系の清浄度の技術的改善を行ってきた。更に応用研究としてEUVアブレーションを用いた成膜や透明材料表面近傍の改質に着手している。

本研究では高エネルギーのEUV光が利用できるレーザー駆動EUV光源を用いている。液体窒素冷却した銅の回転ドラム上に形成した固体キセノンをターゲットとし、11-20 nmの広帯域に渡るEUV光を得ることができる。EUV光には透過光学系が利用できないため、EUV光の集光やスポットサイズの制御は金コートをした回転楕円鏡によって行う。回転楕円鏡下流でのEUV光エネルギーは10-20 mJと高エネルギーであり、パルス幅は10 nsである。

これまでに集光EUVパルス光を物質に照射した時に生じるアブレーションのプロセスや膨張する粒子の特性が通常のレーザーアブレーションとは大きく異なることを明らかにしてきた[1, 2]。EUV光アブレーションにおいては、光子エネルギーがターゲット表面付近の高密度領域に集中的に付与されること、プラズマはより狭角に膨張すること、また電子熱伝導の寄与が少ないため電離が進まず価数の低いイオン及び中性粒子が膨張粒子の大部分を占めることをなどの特徴を持つ。講演ではEUVアブレーションの特性の詳細、またそれらの特性を踏まえて現在取り組んでいる応用研究を紹介する。

[1] N. Tanaka, M. Masuda, R. Deguchi, M. Murakami, A. Sunahara, S. Fujioka, A. Yogo, and H. Nishimura, Applied Physics Letters, 107, issue 11, 114101/1-5 (2015)

[2] M. Masuda, N. Tanaka, K. Hane, A. Sunahara, S. Fujioka, H. Nishimura, Appl. Phys. B 119:421-425 (2015)

[講演者略歴] 田中のぞみ

東北大学工学研究科博士後期課程修了。現大阪大学レーザーエネルギー学研究センター学振特別研究員RPD。イオン源開発、イオンビーム応用、プラズマ診断、EUV光応用など、光・量子源の開発や物質との相互作用に関する研究に従事。博士(工学)。