

フェムト秒極端紫外レーザー光照射による EUV 多層膜のアブレーション

Ablation of EUV Multilayers Using Femto-Second Extreme Ultra-Violet Pulses

NTT-AT¹, 量研関西研², 兵庫県立大³, JASRI⁴, 宇大院工 CORE⁵,

早大理工研⁶, 早大高等研⁷, RIKEN⁸, 東北大多元研⁹

市丸 智¹, 錦野 将元², 石野 雅彦², 木下 博雄³, 犬伏 雄一⁴, 東口 武史⁵, 鷲尾 方一⁶,

坂上 和之⁷, 大和田 成起⁸, 羽多野 忠⁹, 畑山 雅俊¹, 大知 涉之¹, Dinh Thanh Hung²,

今 亮⁴, 原 広行⁵, 山内 駿⁵, 小倉 拓人⁵, 篠崎 夏美⁵, 小柴 裕⁵,

高橋 孝⁶, 西留 武宏⁶, 奥 哲¹

NTT-AT¹, QST Kansai², Univ. Hyogo³, JASRI⁴, CORE, Utsunomiya Univ.⁵, RISE, Waseda Univ.⁶,

WIAS, Waseda Univ.⁷, IMRAM Tohoku Univ.⁸,

Satoshi Ichimaru¹, Masaharu Nishikino², Masahiko Ishino², Hiroo Kinoshita³, Yuichi Inubushi⁴,

Takeshi Higashiguchi⁵, Masakazu Washio⁶, Kazuyuki Sakaue⁷, Shigeki Owada⁸, Tadashi Hatano⁹,

Masatoshi Hatayama¹, Tadayuki Ohchi¹, Dinh Thanh Hung², Akira Kon⁴, Hiroyuki Hara⁵, Shun

Yamauchi⁵, Takuto Ogura⁵, Natsumi Shinozaki⁵, Yuya Koshiba⁵, Takashi Takahashi⁶,

Takehiro Nishidome⁶, Satoshi Oku¹

E-mail: satoshi.ichimaru@ntt-at.co.jp

EUVL 実用化に向けた高輝度 EUV 光源の開発が加速している[1]。しかしながらその高輝度化は、EUV 多層膜反射鏡の著しい損傷を起し、その結果生じる反射率低下は、生産の不安定性、メンテナンスの高頻度化、それに伴う生産コスト増等の問題を生じさせることが指摘されている[2]。高輝度 EUV 光照射による多層膜の損傷実験については幾つかの先進的な実験があるのみであり、さらに多くの知見が要求されており、多層膜反射鏡の信頼性評価と長ライフタイム化が急務となっている。

我々は SACLA BL1 において EUV 多層膜へのフェムト秒極端紫外レーザー光照射実験を実施している。本 BL では、波長 13.5nm、パルス幅 200~300fs、試料面での集光サイズ約 10 μ m 角、照射フルエンスは最大 100J/cm² の EUV 光を発生させることができる[3]。照射実験に供した多層膜は、標準的に波長 13.5nm に用いられる Mo/Si や我々が高耐久性 EUV 多層膜として提案している Nb/Si 多層膜[4]、Capping layer に工夫をした Mo/Si 多層膜、等である。生じた損傷は、SEM、AFM 等で形状を評価し、さらには反射光の強度分布を CCD で撮像することによって多層膜劣化の様子を捉えることを試みている。本発表ではこれらの成果について報告する。本研究は SACLA 実験課題 2016B8006 及び 2017A8026 において実施された。

[1] ギガフォトン, ニュース, <http://www.gigaphoton.com/ja/news/4549/> (2015)

[2] Optics.org, News, <http://optics.org/news/6/1/28> (2015)

[3] K. Togawa et al., Proc. of IPAC 2017, (2017)1209.

[4] S. Ichimaru et al., 2016 International Symposium on EUVL, (2016)