

高耐性軟X線光学素子に関する基礎研究

Basic study of EUV optics having high durability

市丸 智¹⁾, 畑山雅俊¹⁾, 芳賀 恒之¹⁾, 錦野将元²⁾, 石野雅彦²⁾

Satoshi ICHIMARU, Masatoshi HATAYAMA, Tsuneyuki HAGA, Masaharu Nishikino, Masahiko ISHINO

¹⁾NTT-AT ²⁾量研

(概要)

高光照射耐性 EUV 多層膜開発を目的とした EUV 多層膜への軟 X 線レーザー光照射損傷実験を実施している。照射の結果、Mo/Si 多層膜に損傷が発生し、損傷閾値が導出される可能性を見出した。今年度は、デブリを模擬した Sn を表面コーティングした多層膜に対して損傷実験を実施した。

キーワード：

EUV 多層膜, Mo/Si, 光照射損傷

1. 目的

EUVL 実用化に向けた高強度及び高輝度 EUV 光源開発が加速している。¹⁾しかしながら EUV 光の高輝度化は、その光を受け、反射させる EUV 多層膜反射鏡の著しい損傷を起し、その結果生じる多層膜反射鏡の反射率低下は、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。²⁾

我々は高光照射耐性 EUV 多層膜開発を目的とし、軟 X 線レーザー(SXRL)発生装置を用いた EUV 多層膜への光照射損傷実験を実施している。本報告では、実験内容およびその結果について報告する。

2. 方法

照射するサンプルには、本波長域で標準的に用いられている Mo/Si 多層膜を準備した。これらの多層膜はマグネトロンスパッタリング法にて Si 基板上に形成した。³⁾作製した多層膜の反射率は、それぞれ 67%, 64%である。この多層膜に対して、実際の EUVL 光源から発生するデブリを模擬した Sn 層をコーティングすることで損傷生成の違いについて確認した。

照射する EUV 光は試料面でφ30 mmであり、その強度は0.2 μmの Zr フィルタを用いた場合 20～30 mJ/cm² である。照射強度は Zr フィルタの厚みにより調整した。Zr フィルタの厚みは、0, 0.1, 0.2, μm の 3 条件で、Zr フィルタがない場合の強度を 1 とした場合、それぞれの透過率は 0.69, 0.48 (計算値) に対応している。⁴⁾また、照射回数は 1, 3, 10 回とし、その繰り返し照射レートは～1 Hz である。

3. 結果及び考察

照射した結果生じた損傷は、微分干渉顕微鏡 (DIC)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、原子間力顕微鏡 (AFM) および透過型電子顕微鏡 (TEM) でその形状等を評価した。DIC および AFM で評価した結果、クレーター状の形状が生成されていることが確認できた。

Sn をコーティングした場合の Mo/Si 多層膜の損傷の生成が Sn の膜厚によって変化するかについて現在検討している。

4. 引用(参照)文献等

- 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) H. Takenaka et al., Proc. SPIE 1345, 213 (1991)
- 4) M. Ishino et al., J. Appl. Phys. B 116, 183302 (2014)