

EUV 光源コレクターミラー保護膜における表面劣化の抑制

Surface deterioration control in protective film of collector mirror for EUV light source

○本田 能之¹、永井 伸治¹、森田 昌幸¹、安藤 正彦¹、松田 晃史²、吉本 護²

(1. ギガフォトン株式会社、2. 東京工業大学)

○Yoshiyuki Honda¹, Shinji Nagai¹, Masayuki Morita¹, Masahiko Andou¹, Akifumi Matsuda²,
Mamoru Yoshimoto²

(1. Gigaphoton Inc., 2. Tokyo Tech.)

E-mail: yoshiyuki_honda@gigaphoton.com

近年、波長 13.5nm の光を用いた極端紫外 (Extreme Ultra Violet : EUV) リソグラフィ技術の開発が精力的に行われている。ギガフォトンでは、図 1 に示すような Sn ドロップレットをターゲットとし、CO₂ レーザーをドライバとして発生させたプラズマを磁場で補足するレーザー生成プラズマ (Laser Produced Plasma : LPP) 方式の EUV 光源開発を進めている。Sn プラズマより発生した EUV 光は、Mo/Si 多層膜反射集光鏡を用いて露光装置の照明光学系へ反射集光する。Mo/Si 多層膜の表面には、Sn 付着やガス侵入の防止を目的に、保護膜がコーティングされている。

EUV 光源における長寿命化の課題として、保護膜劣化による EUV 反射率の低下がある¹⁾。その劣化パターンの一つとして、図 2 の表面 SEM 像にて示すような表面凹凸が挙げられる。この劣化は、アモルファス状態で成膜した TiO₂ を保護膜として用いた場合に観察されており、EUV 光や高温の水素ガスに長時間曝されることによって、TiO₂ が結晶化することが要因であると考えている。そこで本研究では、保護膜と Mo/Si 多層膜の間に結晶化抑制層として SiO₂ を挿入することを試みた。SiO₂ には接触する TiO₂ の結晶成長や結晶構造の相転移を抑制する効果があることが報告されている²⁾。サンプルは保護膜(TiO₂)/結晶化抑制層(SiO₂)/Si 層/Mo 層/---をマグネトロンスパッタリング法で成膜し、TiO₂ を効率よくアニールするために波長 172nm のエキシマランプ光を長時間照射することで保護膜の結晶化実験を行なった。結果として、結晶化抑制層を成膜しなかったサンプルにおいては、RHEED にて保護膜が結晶化していることが判った。一方、結晶化抑制層を成膜したサンプルにおいてはアモルファス状態を維持していることを確認し、結晶化の抑制に成功した。Si 層と TiO₂ 層の間に SiO₂ 層を挿入したことにより、TiO₂ 界面に生成された結晶核の成長を抑制したと考える。

1) Y. Honda et al., Appl. Phys. Express **13**, 115501 (2020).

2) 陶山容子、加藤昭夫 “TiO₂ の相転移に対する添加物の作用機構” 材料 第 22 巻第 298 号 1977.

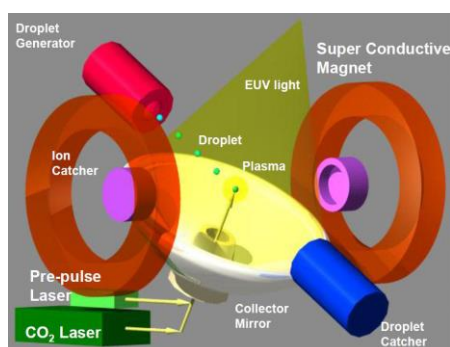


図 1 : LPP 型 EUV 光源

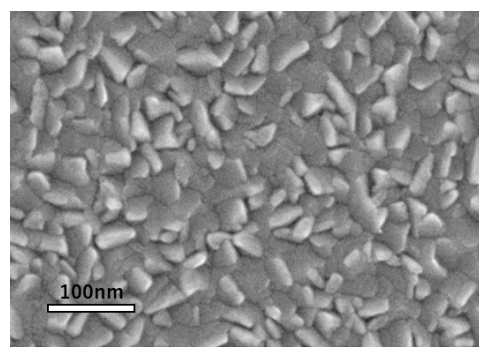


図 2 : コレクターミラー保護膜の
表面劣化 (表面 SEM 像)