

放電プラズマ型極端紫外光発生装置の電極現象に関する研究

A Study on Electrode Phenomena in Discharge Produced Extreme
Ultra-violet Light Source

劉 世家¹, 増田 政史¹, 狩野 弘毅¹, 川口 健太¹
袖子田 竜也², 桑原 一², 長谷川 純¹, 河村 徹¹, 中島 充夫¹, 堀岡 一彦¹
Shijia Liu, Masashi Masuda, Koki Kano, Kenta Kawaguchi¹
Tatsuya Sodekoda, Hajime Kuwabara²
Jun Hasegawa, Tohru Kawamura, Mitsuo Nakajima, Kazuhiko Horioka¹

東工大総理工¹

Department of Energy Science, Tokyo Institute of Technology¹

株式会社 IHI²

IHI Corporation²

波長 13.5nm の極端紫外光 (EUV:Extreme Ultra-Violet) を用いた光リソグラフィは次世代半導体製造技術の有力候補と考えられている。従来の放電生成プラズマの EUV 出力は極端に低く、高出力化が大きな課題となっている。我々はこれまでに同軸対向型プラズマフォーカス (PF: Plasma Focus) 装置を提案し、数 μ sec 単位の自己磁場閉じ込めにより、長寿命のプラズマ生成の可能性を確認した [1]。EUV 出力を増やすために入力エネルギーを増大させると、熱負荷による電極の損傷やプラズマ源や電極から生成されるデブリ (放電に伴う派生物) によるスペクトル効率の低下や光学系の寿命低下を招く恐れがある。また、電極からのデブリの生成は、電極を損耗させると同時に放電装置の繰返し能力を低下させると予想される。電極損耗の低減と長寿命化はあらゆる放電装置の重要な課題でもある。

本研究では、試作したプラズマフォーカス型の放電負荷装置を用いて放電条件や電極の材質や形状がデブリの発生に及ぼす影響を実験的に調べ、デブリ生成の抑制と電極損耗を低減させる指針を得ることにより放電型 EUV 光源の長寿命化を目指す。

・ PF 電極からのデブリ観測

PF 電極の周囲にウィットネスプレートとしてシリコンウエハを配置する。放電時に生成されるデブリをシリコンウエハに堆積させ、電子顕微鏡 (SEM) により観測するとともに、EDS (Energy-dispersive X-ray spectroscopy) 装置を用いてデブリの成分分析を行う。また検証用のシリコンプレートを PF 電極の周囲に半球状に配置し、デブリ発生量の角度空間分布を観測する。

・ プラズマへの入力エネルギーと電極損傷の検討

EUV 光源を実用化するにあたって電極からのデブリ生成量と電極の耐久性は、装置の繰返し能力とメンテナンス時間を評価するうえで重要なパラメータである。PF 電極の損傷状況は装置の連続稼働時間に大きく影響する。従って、放電ピーク電流、パルス幅、極性、電極材料の耐熱性や熱伝導率、電極形状などを重要な評価パラメータとして、放電プラズマ生成に伴う電極への負荷が電極の損傷に与える影響を定量的に調べるとともに長寿命化の条件を明らかにすることが本研究の課題である。

[1] Y.Aoyama, M. Nakajima, and K. Horioka, Phys. of Plasmas, 16, 110701(2009)