

対向プラズマフォーカス型極端紫外光源の絶縁回復特性 Characterization of Electric Recovery with Counter-Facing Plasma Focus System for Extreme Ultra-Violet Source

増田 政史¹, 劉 世家¹, 狩野 弘毅¹, 川口 健太¹,
 袖子田 竜也², 桑原 一², 中島 充夫¹, 河村 徹¹, 堀岡 一彦¹
 Masashi Masuda¹, Shijia Liu¹, Koki Kano¹, Kenta Kawaguchi¹, Tatsuya Sodekoda²,
 Hajime Kuwabara², Mitsuo Nakajima¹, Tohru Kawamura¹ and Kazuhiko Horioka¹

東工大総理工¹

Department of Energy Science, Tokyo Institute of Technology¹

株式会社IHI²

IHI Corporation²

高エネルギー密度プラズマからの波長13.5nmの極端紫外(EUV:Extreme Ultra-Violet)域の輻射光を用いたリソグラフィは次世代半導体技術の有力候補である。EUV光は大気に吸収されやすいため、真空中でMo-Si多層膜反射鏡を用いて半導体ウェハに伝送される。この反射鏡の波長特性により、光源への要求波長は13.5nm近傍±1%である。

リソグラフィ用光源として高い平均出力(1kW程度)、微小な光源サイズ、飛散粒子が少ないこと(低デブリ)等が要求されるが、現在開発されている光源から得られるEUV出力が要求出力に対して極端に低いことや、高出力化に伴う飛散粒子の増加が繰返し動作の妨げになることが大きな課題となっている。

我々は同軸対向型プラズマフォーカス装置を提案し、EUV放射プラズマの長寿命化、レーザートリガー方式、マルチチャンネル放電等を導入することで1パルス当り約100mJのin-band出力(有効な波長領域の出力)を達成しており[1]、10kHzの運転が実現出来れば平均出力1kWが可能である。

高繰返し動作に不可欠な絶縁回復特性を調べるため、模擬放電回路を試作した。図1に2パルス放電回路の等価回路を示す。主放電用コン

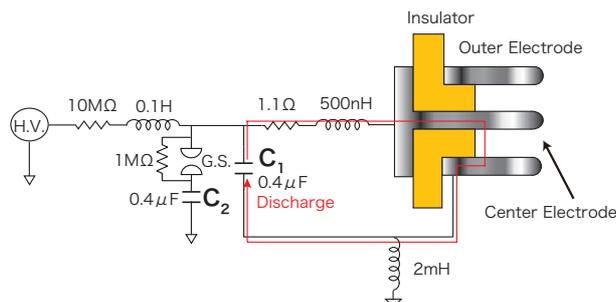


図1 電極と2パルス放電用の等価回路

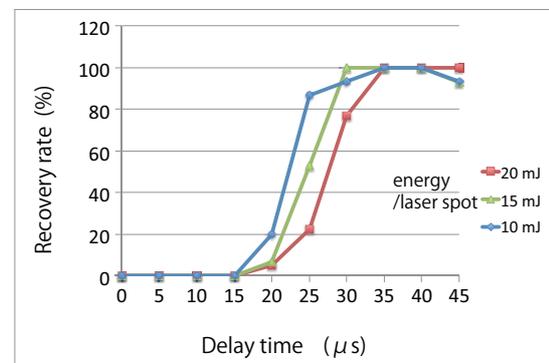


図2 絶縁回復のレーザー強度依存特性

デンサC₁に充電された電荷を放電させた後、任意の時間にギャップスイッチ(G.S.)にトリガーを入力することでC₂からC₁へ半周期110μsで再充電される。1回目の放電からG.S.のトリガーまでの時間をDelay timeとし、再充電される時間を変化させることで電極間の絶縁回復特性を評価した。

図2は主放電トリガー用YAGレーザーの強度を変化させた時の絶縁回復特性である。絶縁回復回数を総試行回数で割ったものをRecovery rateとした。C₁への充電時間を考慮しても、絶縁回復時間は1msecよりも十分に短く、10kHzの繰返し条件を満たしていることがわかる。入射レーザー強度の増加に伴い絶縁回復時間に遅れが生じることがわかるが、これは初期プラズマ生成量が増加したため電極間に残留するプラズマや中性粒子の振舞いに影響を与えたためと考えられる。

今後はピーク電流値等を変化させてより詳しく絶縁回復特性を評価する。

- [1] H.Kuwabara, K.Hayashi, Y.Kuroda, et.al.PROC.SPIE 7976,Extreme Ultraviolet Lithography II,79692R (2011)