

高出力パルスマグネトロンスパッタリングの放電時間解析

Discharge Time Analysis in High Power Pulsed Magnetron Sputtering

東京工芸大¹, ㈱アヤボ², 神戸大³, 東北大院理⁴ ◯實方 真臣¹, 西田 寛¹, 渡部 達也¹,
中込 雄基¹, 平井 芳拓^{1,2}, 西宮 信夫¹, 戸名 正英², 平田 直之², 山本 宏晃², 塚本 恵三²,
富宅 喜代一³, 大下 慶次郎⁴, 美齊津 文典⁴

Tokyo Polytech Univ.¹, Ayabo Corp.², Kobe Univ.³, Tohoku Univ.³, ◯M. Sanekata¹, H. Nishida¹,

T. Watabe¹, Y. Nakagomi¹, Y. Hirai^{1,2}, N. Nishimya¹, M. Tona², N. Hirata², H. Yamamoto²,

K. Tsukamoto², K. Fuke³, K. Ohshimo⁴, and F. Misaizu⁴

E-mail: sanekata@eng.t-kougei.ac.jp

1. 序論 イオン化物理蒸着法の一つである高出力パルスマグネトロンスパッタリング(HPPMS)において、変調パルス電力マグネトロンスパッタリング法(MPPMS)は、優れた耐アーキング性能を兼ね備えたロングパルス HPPMS として注目されている。MPPMS において、動作圧力や繰り返し周波数はパルス間のアフターグロー放電の役割に影響するため、同じ制御パルス列を用いたとしても、出力放電波形は様とはならない。本研究では、MPPMS プラズマのイオン化率向上に適う放電波形の最適化を目的として、放電の波形特性・時間特性およびプラズマの発光分光特性の Ar 圧依存性を検討した。

2. 実験方法 変調パルス電源 (AXIA, Zpulsar) を用いて直径 2 inch の Ti ターゲットにパルス幅 500 μs のパルス電力を投入することでプラズマを生成した。スパッタガスとして用いた Ar ガス (5N) の圧力調整はマスフローコントローラー (CR-400, KOFLOC) を用いて行った。また、放電出力電流・電圧波形の測定にはデジタルオシロスコープ (LT344, LeCroy) を用い、プラズマ発光の分光測定には、小型 CCD 分光器 (USB2000, Ocean optics) を用いた。

3. 結果と考察 電気的な絶縁破壊 (Electrical breakdown) によって開始するパルス放電現象には、放電遅れが伴うことが知られている。放電遅れは、初期電子の生成やスパッタ源の放電条件に起源してばらつきを示す確率統計的な現象であり、その特性時間 (放電遅延時間) はラウエプロット法を用いて評価することができる。図 1 に、今回測定された Ar 動作圧力を変化させたときのプラズマ放電に対するラウエプロットを示す。その結果、ガス圧の低下に伴って、タウンゼントの電離係数の減少による放電遅延時間の増加傾向が観察された。講演では、遅延時間解析と OES の結果を交えて、MPPMS プラズマの生成からスパッタリングに至る放電ダイナミクスについて報告する。

参考文献: 1) M. Sanekata, *et al.* Plasma 4 (2021) 239. 2) M. Sanekata, *et al.* Plasma 4 (2021) 269.

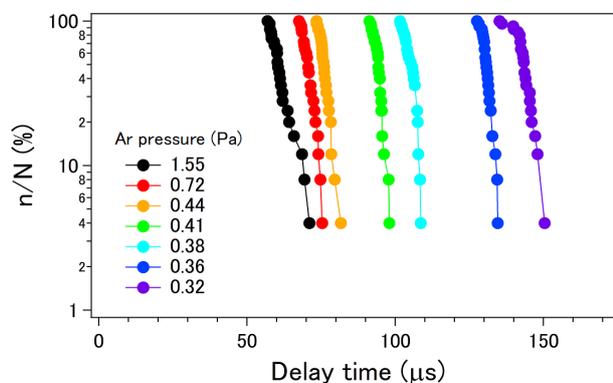


Fig. 1 Laue plots for electrical breakdowns of $N = 25$ in MPPMS.