

変調パルス電力マグネトロンスパッタリングの パルス／パワー制御とプラズマ発光分光

Pulse and power controls in modulated pulsed power magnetron sputtering and the optical emission spectroscopy

東京工芸大¹, (株)アヤボ², 東北大院理³,

○(M1)中込 雄基¹, (B)渡部 達也¹, (B)平山 睦大¹, (B)兼行 亮輔¹, 西宮 信夫¹,

實方 真臣¹, 山本 宏晃², 戸名 正英², 塚本 恵三², 大下 慶次郎³, 美齊津 文典³

Tokyo Polytechnic Univ.¹, Ayabo Corp², Tohoku Univ.³, ○Yuki Nakagomi¹, Tatsuya Watabe¹,

Mutsuki Hirayama¹, Ryosuke Kaneyuki¹, Nobuo Nishimiya¹, Masaomi Sanekata¹,

Hiroaki Yamamoto², Masahide Tona², Keizo Tsukamoto², Keijiro Ohshimo³, Fuminori Misaizu³

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

1. 目的 高出力パルスマグネトロンスパッタリング (HPPMS) には、いくつかのパルス電力制御方式が提案されている。変調パルス電力方式 (MPP) 方式はそのひとつで、優れたアーキング抑制制御を可能とするシステムとして知られている。我々は過去の本講演会において、出力電力パルスの成形波形となるマクロパルス (2018 秋季: 20p-PA5-10)、およびマクロパルス波形を成形するためのマイクロパルス (2019 春季: 12a-PB1-6)、それぞれに特化したパルス設計を行い、プラズマ発光の分光計測を通じて MPP 方式によるマグネトロンスパッタリング (MPPMS) の特性について報告してきた。本発表では、マクロ／マイクロパルスの複合的な制御およびパワー制御に対する MPPMS のスパッタリング特性を知ることを目的としてプラズマ発光の分光計測を行った。

2. 実験方法 MPP 電源として、AXIA (Zpulser 社) を用いた。出力パルス (マクロパルス) は、パルス幅 (ON time) とパルス間時間 (OFF time)、およびデューティ比によって設定されるマイクロパルス列によって波形成形した。

3. 結果 Ti ターゲットに対し、Ar 雰囲気下 2.0 Pa の動作圧力でスパッタリングを行った。マイクロパルスの OFF time、ON Time、それぞれ 10 μ s で波形成形されたパルス幅 1.0 ms のマクロパルスによる周波数 10 Hz、印加電圧 550 V での放電電流・電圧波形を図 1 に示す。このとき、出力波形は楕形 (deep oscillation 型) となった。楕型波形を維持し、印加電圧により出力電流を 46 A から 280 A まで変化させたときのプラズマ内発光種の発光強度の変化を図 2 に示す。電流 190 A で、Ti⁺原子の発光強度の上昇は頭打ちとなり、代わって Ar⁺の発光強度が急激に強くなった。Ti ターゲットでの Ar⁺の発光線は、Ar ガスの流量制限 (<1 Pa) において楕形の波形成形をとまう遅延増幅放電でも観測されている^[1]。発表では、Ar⁺発光線の出現機構を含め、マクロ／マイクロパルス波形の複合制御によって生成する MPPMS プラズマの放電特性について報告する。 ^[1]Ref.: H. Nishida, *et al.*, proceedings of ISSP2019, pp.113-116 (2019)

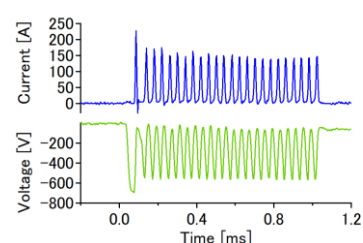


Fig. 1 Wave forms of output current and voltage.

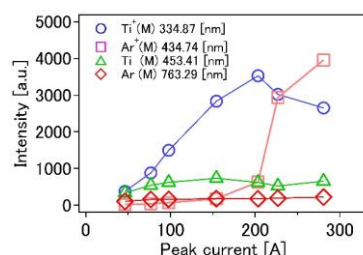


Fig. 2 Optical emission intensities of light-emitting species in MPPMS plasma.