# 高出力パルスマグネトロンスパッタの マイクロ／マクロパルス設計とプラズマ発光分光計測

## Micro- and macro-pulse designs in high power pulsed magnetron sputtering and the optical emission spectroscopy for generated plasma

東京工芸大工[1]，（株）アヤボ[2]，東北大院理[3]，
○(B)中込　雄基[1]，(B)平井　芳拓[1]，(M1)西田　寛[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 Corp[2], Tohoku Univ.[3], ○Yuki Nakagomi[1], Yoshihiro Hirai[1], Hiroshi Nishida[1], Nobuo Nishimiya[1], Masaomi Sanekata[1], Hiroaki Yamamoto[2], Masahide Tona[2], Keizo Tsukamoto[2], Keijiro Ohshimo[3], Fuminori Misaizu[3]

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

**1)目的**　イオン化物理蒸着（I-PVD）において注目される大電力パルスマグネトロンスパッタリング（HiPIMS）を含む高出力パルスマグネトロンスパッタリング（HPPMS）については、異なる特性を持った高圧パルス電源の導入により、現在、いくつかの方式によって HPPMS が可能となっている[1]。その中のひとつとして、スパッタリング条件の精密制御やアークマネージメントの高度化を目指して開発された変調パルス出力（MPP）方式がある。この MPP 方式における出力パルス（通称：マクロパルス）の波形は、入力するマイクロパルス列のパターンに応ずる形で制御される。前回の講演では、MPP 方式における HPPMS のプラズマ特性を明らかにするため、マクロパルスの波形制御によってプラズマ発光特性の評価を行った結果について報告した。本研究では、マイクロパルスによるプラズマ特性制御の可能性について検討するため、マクロパルスの波形を固定した条件下での入力マイクロパルスに対するプラズマ発光の分光特性評価を行った。

**2)実験方法**　変調パルス出力（MPP）方式を可能とする高電圧パルス電源として、AXIA（Zpulser 社）を用いた。マクロパルスの波形（図 1a）は、パルス幅（ON time）とパルス間時間（OFF time）により設定されるマイクロパルス列（図 2b）によって形成される。

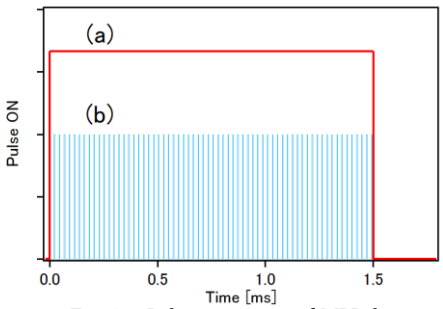

Fig. 1.　Pulse parameters of MPP design.

**3)結果**　動作圧力 0.3 Pa でスパッタリングを行ったときのマクロパルスおよび電流の波形を、図 2a および図 2b に示す。図 2b は、1.5 ms 幅のマクロパルスに対してマイクロパルスの OFF time を 20 μs に固定し、ON Time を 10.1 μs から 3.1 μs まで小さくしたときの電流波形の変化を示す。ON time を小さくすることで、電流の立ち上がりに最大 1.7 ms の遅延が観測された。また、大きな遅延が観測されたときに発光スペクトル上には、イオンの原子線（$Ti^+$および $Ar^+$）が強く観察された。発表では、マイクロパルスによるプラズマ発光の特性変化について、より詳細に報告する予定である。

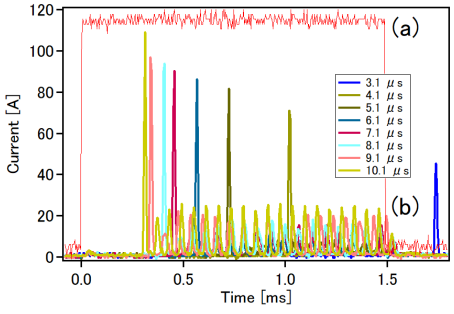

Fig. 2.　Current delay due to micropulses.

【参考】 [1] 清水 徹英：メカニカルサーフェステック、34 頁、8 月号（2017）

© 2019年 応用物理学会