

高出力パルスマグネトロンスパッタ源から放出された 2 次粒子強度の時間特性

Time Evolution of Secondary Particles Emitted from a High Power Impulse Magnetron Sputtering Source

東北大院理¹, 株式会社アヤボ²

○塚本 恵三^{1,2}, 田村 哲郎¹, 小安 喜一郎¹, 大下 慶次郎¹,
山本 宏晃², 戸名 正英², 美齊津 文典¹

Tohoku Univ.¹, Ayabo Corporation²

○Keizo Tsukamoto^{1,2}, Tetsuro Tamura¹, Kiichirou Koyasu¹, Keiji Ohshimo¹,
Hiroaki Yamamoto², Masahide Tona², and Fuminori Misaizu¹

E-mail: keizo@ayabo.com

近年、物理蒸着法によって製膜される機能性薄膜の面粗度、密度、基板への密着度といった性質の向上が求められるなかで、高出力パルスマグネトロンスパッタリング法 (HIPIMS) が注目を集めている。この方法の特徴である高いイオン化率は蒸着膜の物性を決定づけることから、さらなるイオン化率の向上を目指して高密度プラズマ中でおこるスパッタ粒子のイオン化過程の動的機構の理解が望まれている。そこで、本研究では、様々なパルス条件下におけるスパッタ 2 次粒子の時間特性やイオン化率を調べることを目的として、HIPIMSによって放出されたイオン種と中性種とを飛行時間型 (TOF) 質量分析装置 [1] を使って観測した。

ターゲット材料としてのチタン、スパッタガスとしてアルゴンを使用してスパッタリングを行った。中性種のイオン化は Nd:YAG レーザー第 9 高調波 118 nm (10.5 eV) を照射することによって行った。

図 A は HIPIMS によって生成した Ar^+ と Ti^+ の強度の時間変化を示している。図 A の横軸(遅延時間)は、図 B と共通であり、HIPIMS パルスのトリガから TOF 質量分析の加速パルスを印加するまでの時間に対応している。パルスが立ち上がる初期段階では、まず Ar^+ が生成され、一旦減少したところで Ti^+ が立ち上がることがわかる。その後 Ar^+ と Ti^+ がともに増大していく様子が明らかになった。このような時間特性を持つイオン種に加えて中性種の強度の遅延時間 1000 μs における HIPIMS パワー依存性を図 C に示す。イオン種と中性種の相対強度は、最低パワー条件でのそれぞれの値で規格化している。HIPIMS パワーの増大とともに、中性種の強度が減少する一方でイオン種の強度が増大しており、イオン化率が非線形に変化することがわかった。

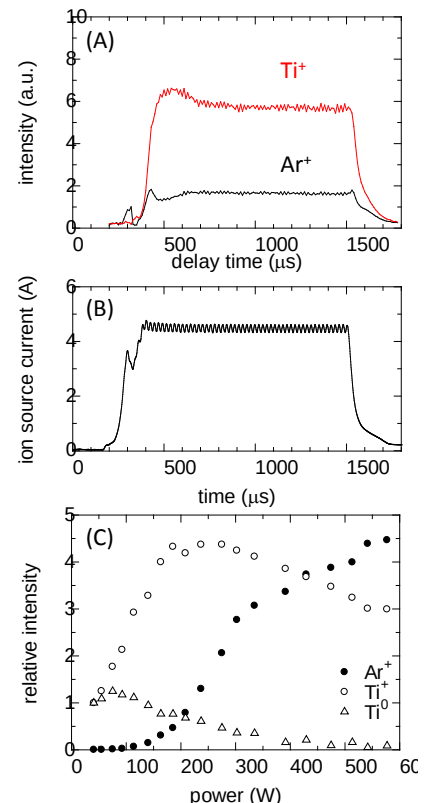


図: (A)イオン種放出強度の時間特性。(B)HIPIMS パルス波形。(C)放出イオン種強度と HIPIMS パワーとの関係。

[1] 田村, 小安, 山本, 石原, 塚本, 美齊津 “高出力インパルスマグネトロンスパッタリング法によって発生したプラズマ解析のための飛行時間型質量分析装置の開発” 第 58 回応用物理学関係連合講演会 2011 24a-P10-25.