

**In-situ アトムプローブ分析による  
電界誘起酸素エッチングに要する電界強度の推定  
Estimation of field strength for field-induced oxygen etching  
by in-situ atom probe analysis**

三重大院工, °大谷 一稀, 永井 滋一, 岩田 達夫, 畑 浩一

Graduate school of Eng., Mie Univ. , °Kazuki Ohtani, Shigekazu Nagai, Tatsuo Iwata, Koichi Hata

E-mail: k-ohtani@eds.elec.mie-u.ac.jp

集束イオンビーム装置に搭載する次世代型イオン源として、電界電離型ガスイオン源が期待されている。当研究グループでは、GFIS の放射角電流密度の向上を目的に、電界誘起酸素エッチング法によるナノ突起構造体を先端にもつエミッタ<sup>[1]</sup>の作製と性能評価について報告してきた。しかしながら、エミッタ形状をより精密に制御するには、電界誘起酸素エッチングが進行する電界強度を解明する必要がある。そこで本研究では、表面電界強度に対して、電界誘起酸素エッチングによってタングステンに形成される反応物を、パルス電圧アトムプローブ法で in-situ 分析した。

エミッタ試料には、電解研磨で先鋭化した曲率半径 22 nm の W<011>エミッタを用いた。エミッタのアトムプローブ分析は、液体窒素温度で O<sub>2</sub> の導入圧力 1.0×10<sup>-3</sup> Pa の条件下で行われた。エミッタへの印加電圧には、直流電圧とその 25 % のパルス電界を重畳させ、アトムプローブ分析を行った。

各直流印加電圧において測定された質量電荷比スペクトルを Fig.1 に示す。Fig.1 (a)、(b)のように、21 V/nm の電界強度では O<sub>2</sub><sup>+</sup> イオンが優先的に検出されたが、23 V/nm 以上ではタングステン酸化物イオンが検出され始めた。この結果は、表面の酸化タングステン層の電界蒸発に要する電界強度が、23 V/nm にパルス電界を重畳した 29 V/nm である事を示している。Fig.1 (c)に示すように、電界強度の増加に伴って、タングステン酸化物の検出強度が増加した。さらに Fig.1 (d)のように、電界誘起酸素エッチングの作製条件であるエミッタ先端の電界強度 44 V/nm では、タングステンの検出が支配的であった。以上の結果より、酸化物形成と電界蒸発のサイクルは、29 V/nm ~ 41 V/nm の範囲で生じると推察され、これまで我々が提唱してきたオーバーハング形状を介したエッチング進行過程を支持するものである。

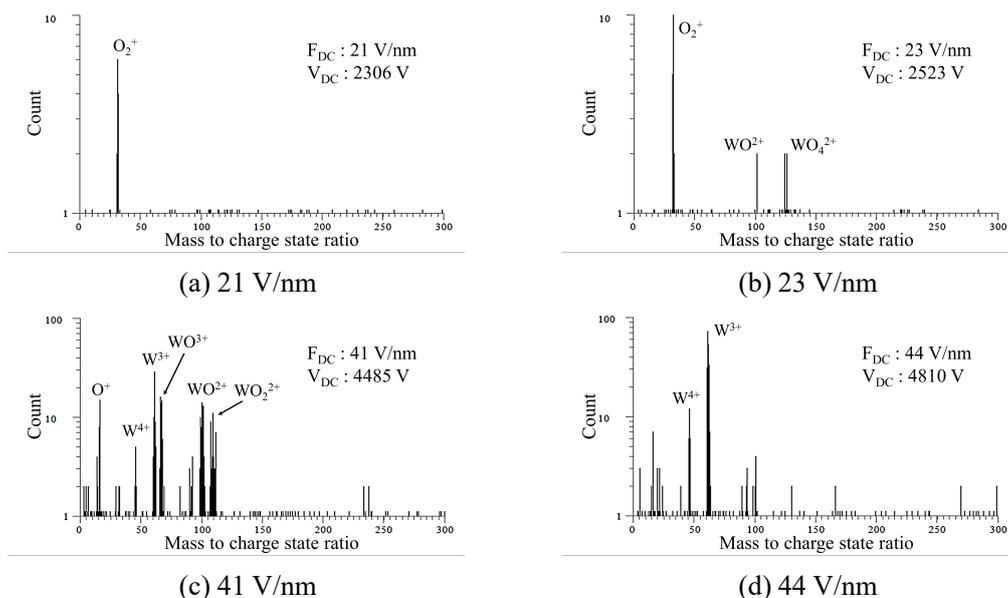


Fig. 1 Mass to charge ratio spectra obtained at dc voltage of (a) 21, (b) 23, (c) 41 and (d) 44 V/nm.

[1] Y. Sugiura, H. Liu, T. Iwata, S. Nagai, K. Kajiwara, K. Asaka, Y. Saito, K. Hata, e-J. Surf. Sci. Nanotech. Vol. 9 (2011) 344-347.