

希ガス混合下における電界電離イオン種の混在比の電界依存性

Field dependence of abundance of field-ion species in noble gas mixture

○小牧 啓介¹ 永井 滋一^{1,2}, 岩田 達夫^{1,2}, 梶原 和夫^{1,2}, 畑 浩一^{1,2}

(1. 三重大院工、2. 三重大極限ナノエッセ)

○Keisuke Komaki¹, Shigekazu Nagai^{1,2}, Tatsuo Iwata^{1,2}, Kazuo Kajiwaru^{1,2}, Koichi Hata^{1,2}

(1.Mie Univ., 2.CUTE.)

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

これまで我々は、次世代型集束イオンビーム(FIB)装置への搭載を目的に、電界電離型希ガスイオン源(Gas Field Ion Sources : GFISs)の放射角電流密度の改善方法を検討してきた。初期のFIM(Field Ion Microscopy)の研究では、希ガス混合による FIM の像の強度及びコントラストの改善が報告されており^[1]、放射角電流密度の向上の手法の一つとして挙げられる。しかし、このような希ガス混合下での放出されたイオン種の混在比など不明な点が多い。本研究では、飛行時間(ToF)型質量分析装置を用いて、希ガス混合による先端原子への原料ガス供給の増強、および放出イオン種の混在比の電界に対する依存性を調査した。

試料エミッタとして直径 0.127 mm の W<111>線を電解研磨により先鋭化後、 2.0×10^{-7} Pa 下において 1000 K でフラッシングした。その後、リモデルディング処理により先端を数原子に終端することで、エミッションサイトを制限して放射角電流密度を増強した。ToF 測定では、プローブホールを通過させたイオンビームを、チョッパー電極にパルス電圧を印加することで、差動排気絞りを通過する時間を制限してパルス化した。差動排気絞から飛行距離 1200 mm に置かれた検出器までのイオンの飛行時間を測定した。

He-20%Ne (He: 4.5×10^{-4} Pa, 1.2×10^{-4} Pa)混合ガスを導入し、印加電圧に対する FIM 像の変化を図 1 に示す。印加電界は He 最良像電界(Helium-Best Image Field : 44 V/nm)から見積もられた。印加電圧を低下させるにつれて特定のエミッションサイトが強調され、像コントラストが改善されており、先端のトライマーで集中的にイオン化していることがわかる。

各印加電界におけるトライマーから放出されたイオン種を、飛行時間型質量分析器を用いて同定した。図 2 は、He-15%Ne (He: 3.2×10^{-4} Pa, 5.7×10^{-5} Pa)混合ガスを導入し、印加電界(a)40 V/nm と(b)32 V/nm における放出イオンのマスペクトルを示している。40 V/nm では He イオンのみが検出され、Ne は検出下限以下であったが、印加電界を低下させていくことで Ne イオンが検出され始め、トライマーは両希ガスのイオンにより結像されていることがわかった。He 単体ではほとんど電界イオン化しない Ne 最良像電界(Ne-BIF : 35 V/nm)以下の低電界で He が検出されたのは、Ne 吸着原子上では He のイオン化確率が増強されるためであると考えられる^[2]。

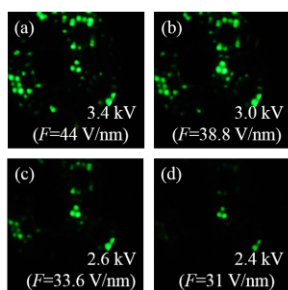


図 1: 各印加電界における FIM 像

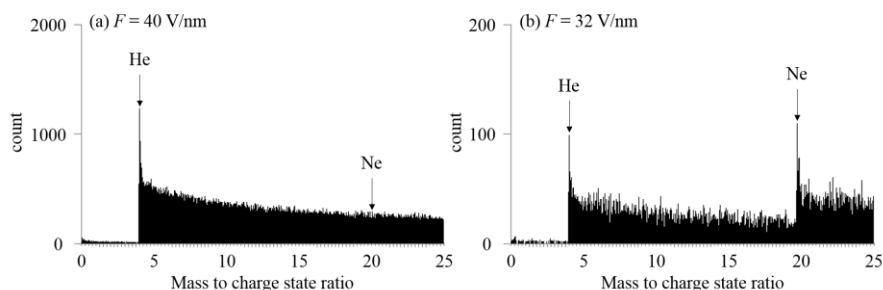


図 2: 各印加電界におけるマスペクトル

[1] Klaus D. Rendulic, Surf. Sci. **47**, 440-444 (1975).

[2] Klaus D. Rendulic, Surf. Sci. **28**, 285-298 (1971).