18p-A14-2

Ne, Ar 混合下における 電界電離 He イオンビームの飛行時間分析

Time of flight analysis of field ionized He in mixtures with Ne or Ar

三重大院工 [1]，三重大極限ナノエレセ [1, 2]
○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]
Graduate School of Eng., Mie Univ. [1],CUTE[2],
○Keisuke Komaki [1], Shigekazu Nagai [1,2] , Tatsuo Iwata [1,2], Kazuo Kajiwara [1,2], Koichi Hata[1,2]
E-mail: nagai@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)装置のイオン源として、試料汚染がなく、1eV 程度の狭いエネルギー幅を持つ、電界電離型希ガスイオン源(Gas Field Ion Source : GFIS)を開発してきた。FIM(Field ion microscopy)の研究では、He-FIM 観察時に、二次ガスとして少量の Ne を導入することによる平均強度の増加が報告されている[1]。本研究では、He-GFIS 動作条件下で、放出イオン電流増強のために導入したん二次ガスの混在比を、飛行時間(ToF)分析装置(図 1)で評価した。

試料エミッタとして直径 0.127mm 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 2000K 以上でフラッシングした。その後、リモルディング処理により先端を 3 原子に終端することで、ToF 測定に十分な電流量 1pA を得た。ToF 測定は、プローブホールを通過したイオンビームをアインツェルレンズで集束させ、チョッパー電極にパルス電圧を印加することでイオンビームをパルス化し、飛行距離 1200mm に置かれた検出器までの飛行時間を測定した。

図 2 は、加速電圧 6.84kV で、①、②、③は 3 原子に対応する放出された He イオンの飛行時間スペクトルである。He ガス及び He-Ne 混合ガス(He:7.0×10^{-5}Pa、Ne:1.0×10^{-5}Pa)導入時には、印加電界強度は He-BIF(Helium-Best Image Field:4.4V/Å)である。また、He-Ar 混合ガス(He:6.7×10^{-5}Pa、Ar:1.7×10^{-5}Pa)導入時、He-BIF＋20%の電界強度が印加されている。He-BIF、He-BIF＋20%において、二次ガスイオンは検出されなかったが、二次ガス導入時(b)(c)の①に対応するピークが 2 つに分離することを見出した。この結果は、He が電界イオン化する表面に、He 原子あるいは二次ガス原子が電界吸着した 2 状態があることを示唆している。Tip 表面の電界が一様で、吸着原子による電界の乱れはなく、吸着原子表面からイオン化位置までの臨界距離は一定であると仮定すると、電界吸着原子の半径が大きいほど、イオン化位置での電位が低いと考えられる。この考察から、図 2 中の混合ガス雰囲気下における 2 つに分離したピークのうち、先に到達したピークは He 原子上でイオン化したものに対応し、遅れて到達したピークは二次ガス原子上でイオン化したものに対応すると考えられる。

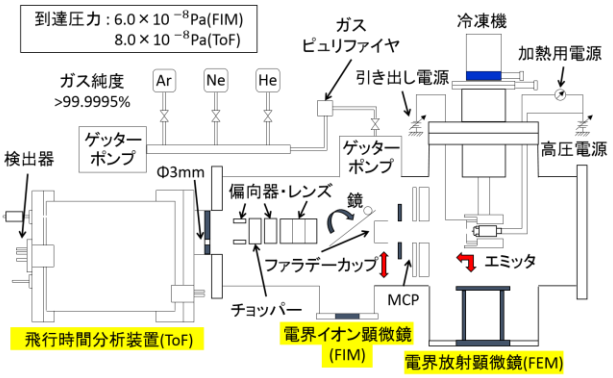

図 1： 実験装置図

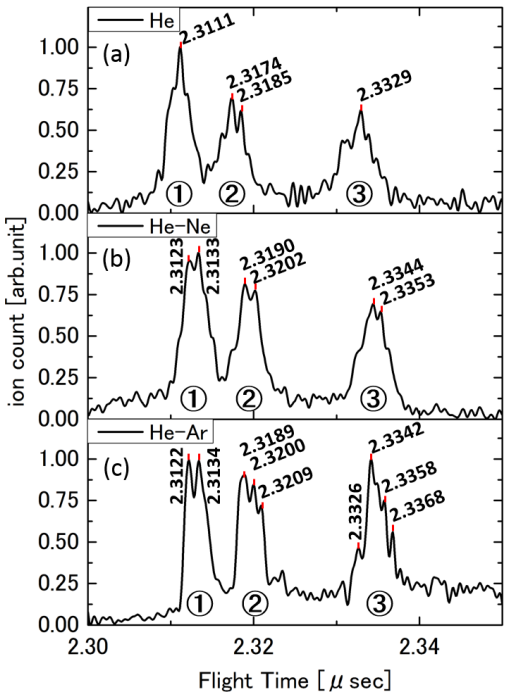

図 2： 飛行時間スペクトル

[1] FHM F. Rahman, John A. Notte, Livengood, Shida Tan, Observation of synchronized atomic motions in the field ion microscope, Ultramicroscopy 126 (2013) 11.

© 2014 年　応用物理学会