

真空エレクトロスプレー液滴イオンのサイズ分布に関する検討

Study on Size Distributions of Vacuum Electrospray Droplet Ions

○二宮啓、(M1)川瀬幹大、チェンリーチュイン、平岡賢三

(山梨大工)

○Satoshi Ninomiya¹, Mikihiro Kawase¹, Lee Chuin Chen¹, Kenzo Hiraoka²

(Faculty of Engineering, University of Yamanashi)

E-mail: sninomiya@yamanashi.ac.jp

二次イオン質量分析(SIMS)やX線光電子分光(XPS)などイオンビームを使用する表面分析においては、その分析性能の向上を目的として様々なクラスターイオンが研究されてきた。例えば生体試料の分析によく利用される Bi クラスターは 21 世紀はじめに実用化され[1]、それ以降も集束性能や電流密度の向上が進められている。一方、SIMS や XPS による有機材料の深さ方向分析のためのエッチング用イオンビームとして同時期に C₆₀ イオンが実用化されたが[2]、十分低損傷でエッチングするには、イオンビームの照射角度や試料の冷却などを最適化する必要があった。その後、数百から数千程度アルゴンからなる巨大クラスターイオン衝撃をイオン化やエッチングに利用すると、分子の分解を起こしにくいイオン化や深さ方向分析の性能を大幅に向上できることが示された[3,4]。2010 年頃には表面分析装置に搭載できる小型のガスクラスターイオンビーム(GCIB)銃が実用化され、現在ではかなり広く利用されるようになっている。

我々の研究室では SIMS におけるイオン化の効率を大幅に改善することを目的として、水溶液のエレクトロスプレーによって発生させた帯電液滴を巨大クラスターイオンビームとして利用するための研究を行ってきた。当初は大気圧下で水溶液をエレクトロスプレーすることにより発生させた帯電液滴を真空中に取り込んでビームとして利用していたが[5]、表面分析装置への接続を念頭に水溶液を真空下で安定にエレクトロスプレーするための技術開発を進め[6]、小型の真空エレクトロスプレー液滴イオン(V-EDI)銃を試作した。この V-EDI 銃を飛行時間型二次イオン質量分析(TOF-SIMS)装置に設置して二次イオン収率やユースフルレートの評価を進めている[7,8]。しかしながら、V-EDI 銃によって生成された液滴イオンのサイズや価数などイオンそのものに関する基本的な情報が不足しており、SIMS におけるイオン化の効率を最適化させる条件を見出すことが難しい。そこで本研究では、V-EDI 銃によって生成される液滴イオンのサイズ分布を評価する方法について検討する。講演では V-EDI 銃で発生させた帯電液滴を平坦な有機試料に照射し、その表面を走査型プローブ顕微鏡で観測した画像から帯電液滴のサイズ分布やその帯電液滴によるスパッタ体積の評価を行った結果について報告する。

参考文献

- [1] F. Kollmer, *Appl. Surf. Sci.* **2004**, 231–232, 153.
- [2] D. Weibel, S. Wong, N. Lockyer, P. Blenkinsopp, R. Hill, and J. C. Vickerman, *Anal. Chem.* **2003**, 75, 1754.
- [3] S. Ninomiya, Y. Nakata, K. Ichiki, T. Seki, T. Aoki, J. Matsuo, *Nucl. Instr. Meth. B* **2007**, 256, 493.
- [4] S. Ninomiya, K. Ichiki, H. Yamada, Y. Nakata, T. Seki, T. Aoki, J. Matsuo, *Rapid. Commun. Mass Spectrom.* **2009**, 23, 1601.
- [5] K. Hiraoka, D. Asakawa, S. Fujimaki, A. Takamizawa, K. Mori, *Eur. Phys. J. D.* **2006**, 38, 225.
- [6] S. Ninomiya, L.C. Chen, H. Suzuki, Y. Sakai, K. Hiraoka, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2012**, 26, 863.
- [7] S. Ninomiya, L.C. Chen, K. Hiraoka, *J. Vac. Sci. Technol. B* **2018**, 36, 03F134.
- [8] S. Ninomiya, Y. Sakai, L.C. Chen, K. Hiraoka, *Mass Spectrometry* **2018**, 7, A0069.