

TOF-SIMS 応用に向けたパルスソース型の真空エレクトロスプレー 液滴イオンビーム発生装置に関する検討

Study on Pulsed Vacuum Electrospray Droplet Ion Beams for TOF-SIMS Applications

°二宮啓、(M1)川瀬幹大、(M1)相模杜武、チェンリーチュイン、平岡賢三

(山梨大工)

°Satoshi Ninomiya, Mikihiro Kawase, Tomu Sagami, Lee Chuin Chen, Kenzo Hiraoka

(Faculty of Engineering, University of Yamanashi)

E-mail: sninomiya@yamanashi.ac.jp

我々は二次イオン質量分析(SIMS)におけるイオン化の効率を大幅に向上させ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させ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イオンビームとして利用していたが[1]、ビーム強度やビーム集束の点で性能が十分でなく、また差動排気が必要なため装置構成が複雑となるという問題があった。そこでビーム強度やビーム集束性能を向上させることを目的として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[2]、表面分析装置に搭載できる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フィールドの評価を進めている[3,4]。

ところで、一般的な TOF-SIMS 装置においては、一次イオンビームを数 10 ナノ秒以下に短パルス化することが必須であり、質量分解能がそのパルス幅に大きく依存する。しかしながら様々なサイズの帯電液滴からなる V-EDI ビームを従来のイオンビームと同様の手法で短パルス化することは原理的に不可能である。これまでは連続の V-EDI ビームを試料に照射し、発生した二次イオンを飛行時間アナライザーに輸送するための試料電圧をパルス化することによって TOF-SIMS 測定を行ってきたが、連続ビーム照射と試料電圧パルス化の組み合わせでは非破壊に近い TOF-SIMS 分析の利点を十分発揮することができず、また質量分解能も最大 1000 程度にとどまっている。そこで一般的なイオン銃のように連続ビームとして発生させてからパルス化するのではなく、発生源そのものを短パルス化できないかという発想のもと、予備検討実験を開始した[5]。先端内径 4 μm のガラスキャピラリー内部にステンレス製の針電極を挿入したものをイオン源とし、水とエタノール(1:1)溶液を充填した。またキャピラリーの先端から 1 mm 程度離してリニアイオントラップ質量分析計を配置し、エレクトロスプレーによる帯電液滴が発生すればイオンシグナルとして観測されるようにした。オフセット電圧をエレクトロスプレーが発生するしきい値より 150 V 程度低く設定し、パルス高電圧を印加する実験を行ったところ使用した高電圧スイッチ回路が出力できる最短パルス幅 200 ns でもシグナルが観測された。詳細は講演にて報告する。

参考文献

- [1] K. Hiraoka, D. Asakawa, S. Fujimaki, A. Takamizawa, K. Mori, *Eur. Phys. J. D.* **2006**, 38, 225.
- [2] S. Ninomiya, L.C. Chen, H. Suzuki, Y. Sakai, K. Hiraoka, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2012**, 26, 863.
- [3] S. Ninomiya, L.C. Chen, K. Hiraoka, *J. Vac. Sci. Technol. B* **2018**, 36, 03F134.
- [4] S. Ninomiya, Y. Sakai, L.C. Chen, K. Hiraoka, *Mass Spectrometry* **2018**, 7, A0069.
- [5] S. Ninomiya, K. Hiraoka, *J. Am. Soc. Mass Spectrom.* **2020**, 31, 693.