

真空下エレクトロスプレーのエミッタ形状依存性

Effect of Emitter Shape on Electrospray in Vacuum

山梨大医工¹, 山梨大クリーン² ○二宮 啓¹, チェン・リーチュイン¹, 境悠治², 平岡賢三²Univ. of Yamanashi, Medicine and Engineering¹, Univ. of Yamanashi, Clean Energy Res. Center²○Satoshi Ninomiya¹, Lee Chuin Chen¹, Yuji Sakai², Kenzo Hiraoka²

E-mail: sninomiya@yamanashi.ac.jp

表面分析法の一つとして二次イオン質量分析法(SIMS)がある。SIMS ではプローブとしてイオンビームが用いられるが、当初は Cs や Ga などの単原子イオンをプローブとして使用していたため、有機分子本来の構造や化学組成を保持させたままイオン化することが非常に困難であり、また照射を続けると有機試料表面に損傷が蓄積してしまい、最表面より奥の情報が得られないという問題もあった。その後 C₆₀ や Bi クラスターなどのクラスタープローブが SIMS 用のプローブとして開発されたことにより、有機分子に対する感度が大幅に向上し、試料への損傷蓄積も改善されてきたため、ポリマー材料や生体試料への応用も進められている。さらに近年では SIMS 用の新しいプローブとしてガスクラスター[1]や帯電液滴[2]などの巨大クラスターを利用するための研究が進められている。山梨大の平岡らは大気圧下のエレクトロスプレーによって発生させた帯電液滴をイオンビームとして利用する帯電液滴衝撃(EDI)二次イオン質量分析法を考案した[2]。エレクトロスプレーは液体試料のイオン化法の一つとして知られ通常は大気圧下で行われるが、EDI 法では大気圧下のエレクトロスプレーにより生成された帯電液滴をオリフィスと呼ばれる取込口から真空装置内に導入する。真空中に取り込まれた帯電液滴は最大 10kV の電圧で加速されたのち分析対象試料に照射され、効率の良いイオン化または低損傷エッチングが行われる。しかしながらこれまでの手法で得られる帯電液滴ビームの輝度は $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ レベルと極めて低く、またビーム径も数 100 ミクロンオーダーであるため、SIMS 用プローブとしての応用範囲は限定的であった。そこで我々のグループでは帯電液滴ビームの輝度や強度を向上させるため、真空中で水のエレクトロスプレーを行うことを提案してきた[3]。前回までの報告では、放電を防止するための真空度の改善、および水や水溶液などの揮発性液体を固化させないための炭酸ガスレーザー(波長 10.6 μm)や半導体レーザー(波長 808 nm)の照射により真空中でもエレクトロスプレーを発生させることができることを実験的に明らかにしてきた。一方で真空中でのエレクトロスプレーをイオンビームのソースとして応用していくためには、エミッタの先端から発生する帯電液滴が安定でかつ直進性の高いものでなければならない。そこで本研究では市販されている金属コートシリカエミッタやステンレスエミッタを用いて真空中でエレクトロスプレーを行い、エレクトロスプレーによって生成されるビームを光学顕微鏡やパルスレーザーを用いて観測した。Fig.1 に二種の異なるステンレスエミッタを用いたときに観測された光学画像を示す。(a)のエミッタを用いた場合にはスプレーが不安定であり、ビームの飛跡は確認できないが、(b)のエミッタを用いた場合にはスプレーが安定し、ビームの飛跡も確認できる。講演ではいくつかのエミッタを用いた場合の真空中エレクトロスプレーの特性について報告する。

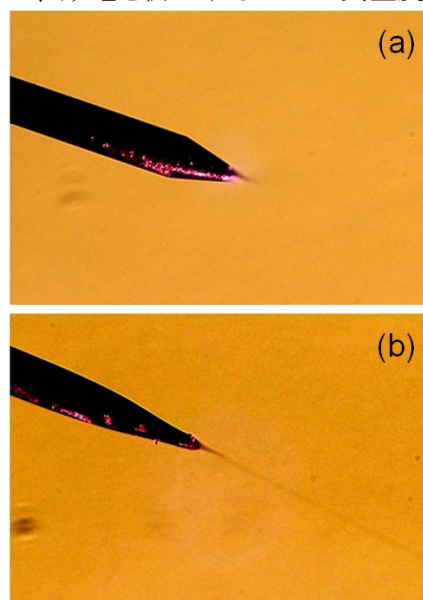


Fig. 1. Optical microscope images of electrospray in vacuum. (Magnification: 200, Liquid: 0.01 M TFAaq., Spray bias: 3.8 kV, Flow rate: 0.5 $\mu\text{L}/\text{min}$)

参考文献

- [1] N. Toyoda, J. Matsuo, T. Aoki, I. Yamada, D.B. Fenner, *Appl. Surf. Sci.* **2003**, 203-204, 214.
- [2] K. Hiraoka, D. Asakawa, S. Fujimaki, A. Takamizawa, K. Mori, *Eur. Phys. J. D.* **2006**, 38, 225.
- [3] S. Ninomiya, L.C. Chen, H. Suzuki, Y. Sakai, K. Hiraoka, *Rapid Commun. Mass Spectrom.* **2012**, 26, 863.