

プロトン性イオン液体を用いたクラスター負イオンビーム生成とその照射効果

Negative-cluster ion beam production using protic ionic liquid and its bombardment effects

産総研 分析計測標準研究部門 °藤原 幸雄

AIST Research Institute for Measurement and Analytical Instrumentation, °Yukio Fujiwara

E-mail: yukio-fujiwara@aist.go.jp

負イオンビームは、絶縁性材料に照射してもチャージアップがほとんど生じないという利点を持ち、正イオンビームよりも有用性は高いものの¹⁾、正イオンビームと比べて生成が難しい。例えば、集束性に優れる液体金属イオン源は、正イオンビームは生成できるが、負イオンビームは生成できない。基本的に液体金属イオン源は、液体金属で尖った針を濡らし、針の先端から電界によって液体金属の正イオンを放出するものである。イオン液体イオン源は、液体金属の代わりにイオン液体を用いることで、正負両極性のイオンビームを生成できる。

我々は、プロトン性イオン液体を用いたイオンビーム生成技術の研究開発を進めている。図1に、イオンビーム放出部の概念図を示す。尖った針をプロトン性イオン液体で濡らし、その先端に電界を印加することでイオン液体を構成するイオンを放出させることができる。

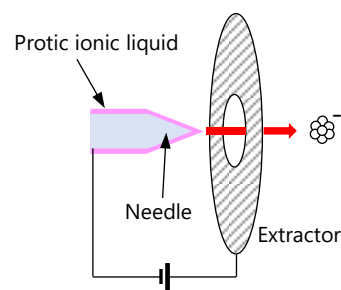


Fig.1 Schematic of the needle emitter.

本研究では、プロトン性イオン液体として、ジエチルメチルアンモニウム トリフルオロメタンスルホネート

(diethylmethylammonium trifluoromethanesulfonate: [dema][TfO], $C_6H_{14}F_3NO_3S$, 237 u)を用いた。先端を尖らせたホウケイ酸ガラス棒をこのイオン液体で濡らし、エミッターとして使用した。エミッターに正電圧を印加すると正イオンが放出され、負電圧を印加すると負イオンが放出される。

実験の結果、正イオンモードならびに負イオンモードにおいて、安定なビームが生成された。負イオンビームは、イオン液体分子がいくつか凝集したクラスターイオンによって構成され、主に2種類のクラスター負イオン ($[TfO]^-$ ([dema][TfO] : m/z 386 および $[TfO]^-$ ([dema][TfO])₂ : m/z 623) が含有されることがわかった。この負イオンビームを電氣的に絶縁されたステンレス製の平板に照射してチャージアップ電圧を測定したところ、高々+1V 程度しか帯電しない事を確認できた。²⁾ さらに、このクラスター負イオンビーム照射を用いて TOF-SIMS 実験を行った。分析試料としては、絶縁物 (テフロン) や有機物 (アルギニンやポリエチレングリコール PEG300) を用いた。その結果、電子シャワー等の電荷中和が無しの条件でも、絶縁物や絶縁条件にある有機物を問題なく分析できることを実証できた。³⁾

[1] 石川順三, 応用物理 **65**, p587 (1996). [2] Y. Fujiwara and N. Saito, J. Vac. Sci. Technol. A **39**, 063218 (2021). [3] Y. Fujiwara and N. Saito, J. Vac. Sci. Technol. A **40**, 053203 (2022).