

## メタルフリー・反応性負イオン FIB への応用へ向けた イオン液体イオン源の開発と照射効果の検討

### Development of Ionic Liquid Ion Source and its Irradiation Effects on Solid Surface for Metal-Free and Reactive Negative Ion FIB

京大 光・電子理工学教育研究センター ○竹内 光明, 星出 優輝, 龍頭 啓充, 高岡 義寛

Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto University

○M. Takeuchi, Y. Hoshide, H. Ryuto, and G. H. Takaoka

E-mail: m-takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

**はじめに** イオン液体は常温で液体のイオン性化合物であり、水溶液や有機溶媒と混ざらず、高い導電性、極低蒸気圧などの特徴を有するため、近年注目されている溶媒材料である。代表的なイオン液体は、数個の C 原子を含む陽イオン分子と、B, F, N 等から構成される陰イオン分子から成るため、官能基特有の化学反応を利用できる新しい多原子分子イオン源として期待されている。一方で 21 世紀のナノテクノロジーに欠かせない収束イオンビーム (FIB) には液体金属イオン源が現在広く用いられているが、金属汚染や反応生成物拡散があり次世代電子デバイス応用への問題となりうる。この点イオン液体イオン源は、ハロゲン分子などの負イオンを容易に放出可能であるため、これまで不可能だったメタルフリー・低損傷・低帯電・化学反応性エッチング・ナノ 3D 構造物の直接形成が可能な FIB が期待できる。このため本研究では、メタルフリー・反応性負イオン FIB を目指してイオン液体イオン源を開発し、その固体表面への照射効果を検討した。

**実験方法** 図 1 に (a) 作製したイオン液体イオン源および照射・測定系の模式図、(b) 正イオン放出時の質量スペクトル、(c) 負イオン放出時のスペクトルを示す。質量スペクトルは図中のマイクロチャンネルプレートを用いた飛行時間型質量分析により測定した。また、0.5–6 kV の加速電圧にてシリコンおよびガラス基板に正イオンもしくは負イオンを照射し、スパッタリング特性や表面状態を評価した。

**実験結果** 図 1 の (b) および (c) から、生成したイオンは正電圧印加で EMIM<sup>+</sup> が、負電圧印加で DCA<sup>-</sup> が放出されていることがわかる。一方、エネルギー分布は、現状では加速電圧 3 kV にて 20 eV 前後の半値幅であった。DCA<sup>-</sup> イオンを Si 基板に  $1 \times 10^{16}$  ions/cm<sup>2</sup> 照射した結果、2 kV 未満の加速電圧で炭化窒素膜が堆積する一方、2 kV 以上の加速電圧では Si 基板をエッチングしており、スパッタ収率は 10–14 であった。また、エッチング後の基板表面は照射前と同等な表面粗さを保っていることがわかった。以上の結果から、メタルフリーな FIB 向けのイオン源として期待出来る。

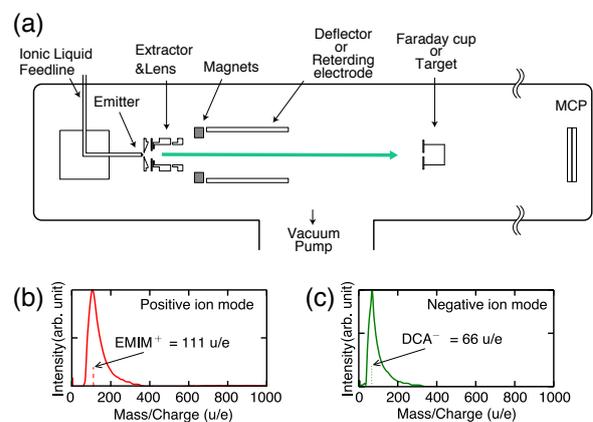


図 1: (a) イオン液体イオン源と照射部および質量分析部。  
(b) 正イオンおよび (c) 負イオンの質量スペクトル。

**参考文献** [1] 濱口 拓也 他, 第 61 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 17a - F4 - 1, (2013). [2] 星出 優輝 他, 第 75 回応用物理学会学術講演会講演予稿集, 18p - A14 - 15, (2014).