

# イオン液体 EMIM-DCA イオンビームの表面処理応用に関する検討

## Consideration on Application of Ionic Liquid EMIM-DCA Ion Beams for Surface Modification

京大 光・電子理工学教育研究センター ○竹内 光明, 星出 優輝, 竹内 裕人, 龍頭 啓充, 高岡 義寛  
 Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto University

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

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

はじめに イオン液体イオンビームは、常温で液体の塩であり導電性を示す“イオン液体”を、電界放出により引き出して形成される新しいイオンビームである。イオン液体イオン源 (ILIS) は小型であり、分子イオンやクラスターイオンが生成可能であるため、宇宙空間推進用の新しいイオンエンジンへの利用や、高輝度低エネルギー幅という特徴からメタルフリーの収束イオンビーム (FIB) への応用などに期待されている。我々はこれまでに、エミッタにはイオン液体との親和性の高いグラファイトニードルを用いた ILIS を開発し、EMIM-DCA, EMIM-BF<sub>4</sub>, BMIM-PF<sub>6</sub> のイオンビーム生成と照射効果について報告してきた [1,2]。今回は ILIS の表面処理への応用を検討し、Si 基板の照射損傷を Ga<sup>+</sup> イオン 4 kV 照射と比較すると共に、0.1–1 kV の低エネルギー DCA<sup>-</sup> においてイオンビーム蒸着により C-N 薄膜を作製し、薄膜特性を評価した。

**実験方法** 我々のグループで開発したイオン液体イオン源を用いてイオン液体 EMIM-DCA 由来の DCA<sup>-</sup> イオンビームを単結晶 Si(100) 基板に照射した。照射損傷は、単結晶 Si 基板のチャネリング条件におけるラザフォード後方散乱 (RBS/C) により格子位置の Si 変位原子数 (NDA) を導出して評価した。比較のために、液体金属イオン源を用い同条件にて Ga<sup>+</sup> を照射した試料の測定も行った。形成した C-N 薄膜は、結合状態や薄膜組成をラマン分光および XPS により評価した。また、表面モルフォロジーを AFM で観測し、光学特性についても検討を行った。

**実験結果** RBS/C の結果から、加速電圧 4 kV、照射量  $1 \times 10^{15}$  ions/cm<sup>2</sup> においては DCA<sup>-</sup> イオン照射は Ga<sup>+</sup> に比べ NDA が約 50% 低いことがわかった。また図 1 に示すラマン分光スペクトルから、作製した薄膜はいずれも G バンド、D バンドが観測されており、DLC 薄膜と同様のアモルファス構造を有すると考えられる。加速電圧 0.1 kV、基板温度 300 °C で最も G バンドの強度が高くなっており、この薄膜ではグラファイト同様の層状構造がより多く含まれていると推察される。

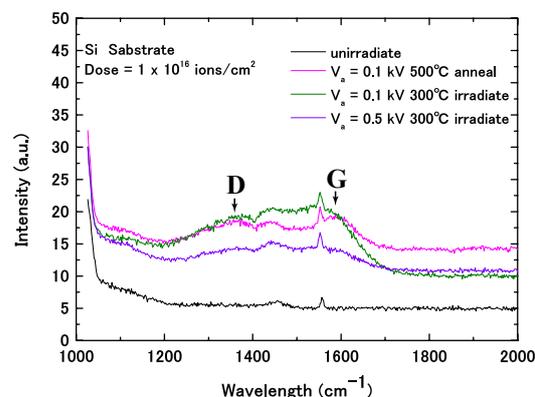


図 1: Si 基板上に DCA<sup>-</sup> イオンビーム蒸着法により作製した C-N 薄膜のラマンスペクトル。

### 参考文献

- [1] M. Takeuchi, T. Hamaguchi, H. Ryuto, and G. H. Takaoka, Nucl. Instrum. Meth. B 315, 345 (2013).  
 [2] M. Takeuchi, Y. Hoshide, T. Hamaguchi, H. Ryuto, and G. H. Takaoka, Trans. Mat. Res. Soc. Japan 40, 87 (2015).

**謝辞** 本研究の一部は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業 (分子・物質合成) の支援により北陸先端科学大学院大学で実施され、ラマン分光および XPS は、北陸先端大の小矢野先生、村上様、木村様に測定頂いた。ここに謝意を表す。