

竹炭エミッタを用いたイオン液体イオン源の開発 Development of Ionic Liquid Ion Source with Bamboo Charcoal Emitter

京大 光・電子理工学教育研究センター ○竹内 光明, 西 和哉, 龍頭 啓充

Photonics and Electronics Science and Engineering Center, Kyoto University

○M. Takeuchi, K. Nishi and H. Ryuto

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”(IL)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できる。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チップを用いた ILIS を開発し、EMIM-DCA, EMIM-BF₄, BMIM-PF₆ のイオンビーム生成 [1] や、固体表面に対する照射効果 [2], EMIM-DCA から生成した DCA⁻ イオンビームによる窒化炭素薄膜の形成について報告してきた [3]。グラファイトチップはタングステンなどの遷移金属製チップと比べ腐食の問題もなく、非常に安定した放出特性や長動作時間といった優れた特性を示す。一方で、チップ構造がバルクであることから、多孔質化することで更なる性能の向上が期待できる。そこで本研究では植物の竹を炭化することで多孔質グラファイトチップの作製を試み、そのイオン放出特性を評価した。

■竹炭チップの作製 直径約 2.5 mm の市販の竹串を、旋盤により先端を針状に加工した。加工した竹串は、Ar 置換した電気炉中で炭化・活性化を行なった。1 気圧の Ar 中で 2 時間 600 °C で炭化し、その後 1000 °C まで昇温して 3 時間の熱処理で活性化させた。十分に徐冷した後に取り出した竹炭チップの外径は約 1.6 mm であった。SEM 観察を行なった結果を図 1 に示す。図 1(a) から先端のチップ外径は約 200 μm であり、チップ表面には無数の繊維状組織が存在していることがわかる。また図 1(b) のチップ先端拡大図から、大小の細孔がチップ先端方向に多数存在していることがわかる。

■実験結果 作製した竹炭チップは IL 中に一晩浸漬させ、イオン源に取り付け真空中にてイオン放出特性を評価した。イオンの放出開始電圧は 2.5–3.0 kV であり、これまで使用してきたグラファイトチップと同様な電流–電圧特性であった。一方グラファイトチップと比べて歩留まり率が向上することがわかった。

■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).
- [3] [1] M. Takeuchi, Y. Hoshide, H. Ryuto, and G. H. Takaoka, J. Vac. Sci. Technol. A 34, 02D108(2016).

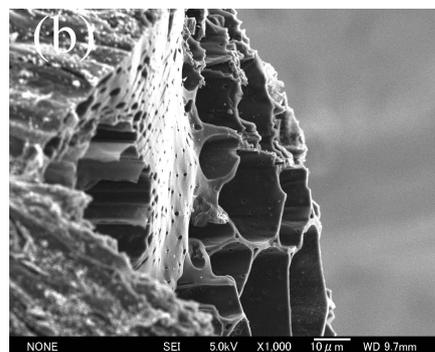
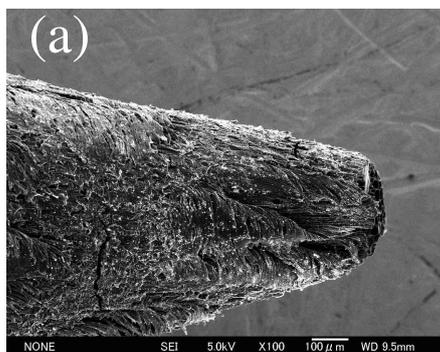


図 1 作製した竹炭エミッタチップの SEM 像。(a) チップ先端周辺と (b) チップ先端の拡大。