

超薄窓型単結晶ダイヤモンド荷電粒子検出器の開発

Development of an ultra-thin diamond membrane detector for ionized particle detection

群馬大工¹, 原子力機構², CEA-Saclay³, RBI⁴

加田 渉¹, 岩本 直也², Michal Pomorski³, Veljko Grilj⁴, Natko Skukan⁴, 牧野 高紘²,

神林 佑哉¹, Milko Jakšić⁴, 小野田 忍², 大島 武², 神谷 富裕², 花泉 修¹

Gunma Univ.¹, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)², Le Centre CEA de Saclay (CEA-Saclay)³,

Ruder Bošković Institute (RBI)⁴ °Wataru Kada¹, Naoya Iwamoto², Michal Pomorski³,

Veljko Grilj⁴, Natko Skukan⁴, Yuya Kambayashi¹, Takahiro Makino², Milko Jakšić⁴,

Shinobu Onoda², Takeshi Ohshima², Tomihiro Kamiya², and Osamu Hanaizumi²

E-mail: kada.wataru@gunma-u.ac.jp

電気的特性に優れた単結晶ダイヤモンドの薄膜を基材として利用し、集束イオンビーム計測用の粒子検出器を開発している[1,2]。これまでに、電荷収集効率 (CCE) の過渡減少(ポーラリゼーション)効果といった、集束ビーム照射条件下に特有の現象が観察された[2]。ポーラリゼーション効果は、イオン侵入長に対してダイヤモンド薄膜の膜厚が十分大きいときに顕著に発現することとも実験的に確認された。そこで、本研究では、図 1 に示すような、超薄窓型単結晶ダイヤモンド荷電粒子検出器を製作し[1]、イオンビーム照射時に連続的に荷電粒子誘起電荷 (Ion Beam Induced Charge: IBIC) を計測した。膜厚 30 μm 程度の単結晶ダイヤモンドの一部分を反応性イオンエッチング装置により部分的に 6 μm 程度まで薄膜化し、両端に Al 電極を形成することにより、薄窓型の検出器構造を形成した。図 2 に検出器により得られた 3MeV- H^+ 集束イオンビーム照射時の IBIC スペクトル及び、異なる 2 箇所計測した IBIC イメージの取得例を示す。薄膜化を図った超薄窓型構造部分では、3MeV- H^+ は完全に透過するが、周辺部分と比較して内部の電界強度が強いため、より大きな波高値を持つ信号が安定して計測された。エネルギー・イオン種の異なる他の集束ビームに対しても、同様に透過条件での粒子検出が確認された。本実験結果から、本超薄窓型単結晶ダイヤモンド荷電粒子検出器は透過型検出器として有効に機能していると考えられる。

[謝辞] 本研究は JSPS 科研費 26249149 の助成を受け実施された。

[参考文献] [1] V. Grilj et al., Appl. Phys. Lett., 103, 243106-1-4(2013).

[2] W. Kada et al., Nucl. Instr. and Meth. B, (2014, DOI: 10.1016/j.nimb.2013.11.040).

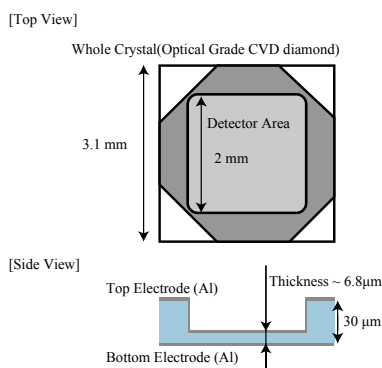


Fig.1 (left) Schematic Drawing and (right) optical microscope image of ultra-thin diamond detector. Thinner part of the detector was measured as 6.8 μm .

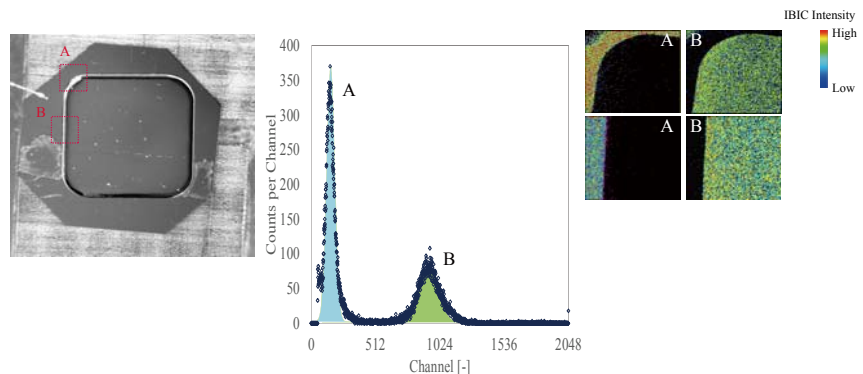


Fig.2 (left) An example of IBIC Spectrum of 3-MeV- H^+ obtained from diamond membrane detector. Higher CCE was obtained in thinner membrane area as shown in (right) IBIC images.