## 超薄窓型単結晶ダイヤモンドを利用した透過型荷電粒子検出器の開発

Development of ionized particle detector using an ultra-thin diamond membrane

<sup>°</sup>加田 涉<sup>1</sup>, 神谷 富裕<sup>2</sup>, Veljko Grilj<sup>3</sup>, Natko Skukan<sup>3</sup>, Ivan Sudić<sup>3</sup>, Michal Pomorski<sup>4</sup>,

牧野 高紘<sup>2</sup>, 安藤 裕士<sup>1,2</sup>, 神林 佑哉<sup>1,2</sup>,小野田 忍<sup>2</sup>, 花泉 修<sup>1</sup>, Milko Jakšić<sup>3</sup>, 大島 武<sup>2</sup>

(1. 群馬大理工, 2. 量研機構高崎研, 3. RBI, 4. CEA-LIST)

<sup>°</sup>Wataru Kada<sup>1</sup>, Tomihiro Kamiya<sup>2</sup>, Veljko Grilj<sup>3</sup>, Natko Skukan<sup>3</sup>, Ivan Sudić<sup>3</sup>, Michal Pomorski<sup>4</sup>,

Takahiro Makino<sup>2</sup>, Yushi Ando<sup>1,2</sup>, Yuya Kambayashi<sup>1,2</sup>, Shinobu Onoda<sup>2</sup>, Osamu Hanaizumi<sup>1</sup>,

Milko Jakšić<sup>3</sup>, and Takeshi Ohshima<sup>2</sup> (1. Gunma Univ., 2.QST/TARRI, 3. RBI, 4. CEA- LIST)

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

粒子線がん治療など、荷電粒子ビームの応用分野が多岐に渡るにつれ、より優れた電気特性や 放射線耐性、さらには生体等価性といった優位性を有する単結晶ダイヤモンドが荷電粒子検出器 の候補材料として注目を集めている。一方で、結晶品質などに起因し、期待を下回る放射線照射 耐性や、電荷収集効率(CCE)において過渡減衰効果などが現状の単結晶ダイヤモンドを利用し た検出器における既知の課題となっている[1]。これらの課題を解決するため、我々はこれまでに 単結晶ダイヤモンド薄膜の一部を数 µm 厚以下とする超薄窓型構造[2]を有する超薄窓型単結晶ダ イヤモンド荷電粒子検出器を開発した。試料基板として、化学気層成長(CVD)法により形成され た単結晶ダイヤモンド薄膜(3 mm × 3 mm, 膜厚 30-50 µm, Element Six ltd)を利用した。本薄膜の 一部に反応性イオンエッチング(RIE)処理により超薄窓型構造(2 mm × 2 mm, 膜厚代表値 6-7 µm) を形成した[3]。次いで薄膜両端にアルミニウム電極を形成し、超薄窓型構造部分をほとんどの MeV イオンに対して透過型検出器構造部とした荷電粒子検出器を形成した[2,4]。

本検出器を利用し、1.3,3 MeV-H,10.5,18 MeV-O,23.6 MeV-Si,322 MeV-Kr 等の複数の荷電粒子 を利用し、検出器厚みより短い侵入長を有する条件や検出器を透過する条件で荷電粒子誘起電荷 を計測した。本検出器構造では、既存検出器と比較して優れた照射耐性や過渡減衰効果の抑制が 確認された[4]。さらに、本研究では、超薄窓型単結晶ダイヤモンド荷電粒子検出器への印加電圧 を制御することで、電荷収集効率やその過渡減衰に現れる影響を観察し、検出器特性を評価した。 従来のダイヤモンドを基板とした検出器における CCE 飽和電界強度 ±1V/µm を大幅に上回る電 界強度を検出器内部に印加可能であることが確認された。±7 V/µm 程度のバイアス電圧印加によ り、殆どの荷電粒子計測条件下で問題となる過渡減衰効果の抑制が確認された。さらに, Fig.1 に 示す 18MeV-O 及び 23.6MeV-Si 計測時の誘起電荷信号電圧依存性のように、10 V/µm 以上の極め て高いバイアス印加が可能であった。特に高電界強度印加条件下では、従来の CCE 飽和曲線以降

に信号強度の上昇が確認できた。部分的薄窓 構造を有する本検出器構造は、既存半導体検 出器で達成できない高電界強度印加条件下 での電荷収集など、ダイヤモンドが元来有す る優れた電気特性を最大限に引出す検出器 の実現に最適であると考えられる。

[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] W. Kada et al., Nucl. Instr. and Meth. B, 331, 113 (2014).
- [2] V. Grilj et al., Appl. Phys. Lett., 103, 243106-1-4(2013).
  [3] M. Pomorski, et al., Appl. Phys. Lett., 103,
- [3] M. Pomorski, et al., Appl. Phys. Lett., 103, 112106(2013).
- [4] 加田 渉 他, 第 63 回応用物理学会春季学 術講演会 19a-W810-6, 2016 年 3 月.



