

薄膜型 SiC 検出器による重粒子線がん治療場の 線エネルギー付与分布測定

Measurement of linear energy deposition distribution of clinical carbon beam therapy field by thin SiC membrane detector

¹群馬大理工, ²量研, ³群馬大重粒子, ⁴電中研

○(M1) 松本 卓己¹, 新井 優大^{1,2}, 窪寺 敬¹, 山口 阜平¹, 横田 凌¹, 大島 武²,
牧野 高紘², 酒井 真理³, 松村 彰彦³, 星乃 紀博⁴, 土田 秀一⁴, 加田 渉¹

Gunma Univ.¹, QST², GHMC³, CRIEPI⁴

○T. Matsumoto¹, Y. Arai^{1,2}, K. Kubodera¹, K. Yamaguchi¹, R. Yokota¹,
T. Ohshima², T. Makino², M. Sakai³, A. Matsumura³,
N. Hoshino⁴, and H. Tsuchida⁴, and W. Kada¹

【研究背景と目的】

炭素線を中心とした重粒子線がん治療技術は、線質や線エネルギー付与の異なる粒子線の併用によりその高度化が検討されている [1]。これに伴い、既存の電離箱では弁別できない線質の違いを含めた複雑な線量評価技術の需要が高まっている[2]。先行研究において我々は、放射線耐性に優れた 4H-SiC ショットキーバリアダイオード(Schottky Barrier Diode: SBD)を用いた線量計を提案し、線量分布の測定や生物学的効果比(Relative Biological Effectiveness: RBE)の推定手法を提案している[3,4]。さらに緻密な LET 分布を測定可能とするために、検出器体積の微細化を施した検出器を実現している[5]。本研究では、開発された薄膜型 SiC 検出器を用いて、実際の炭素線がん治療場において線エネルギー付与分布の測定を行った結果を報告する。

【実験手法と結果】

CMP プロセスによりエピタキシャル層(不純物濃度 $4.9 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$)の層厚を約 $80 \mu\text{m}$ 、基板総厚みを $99 \mu\text{m}$ まで薄膜化した 4H SiC 基板を用いた。裏面は Ni オーミック、エピタキシャル面には厚み約 50 nm 、直径 $30 \mu\text{m}$ の円形 Ni 電極を形成することで SBD 素子を実装し、エネルギー弁別型の検出器とした(Figure 1)。本薄膜型 SiC-SBD 検出器について、群馬大学重粒子医学研究センターにおいて、 290 MeV/u 炭素線を照射した。薄膜型 SiC-SBD 検出器の上に、水深を変更可能な水槽を配置することで、炭素線のブラッグピーク各位置に相当する水深さでの LET 分布を取得可能である。Figure 2 に深さの異なる線エネルギー分布の例を示す。深さごとに異なるピーク位置の遷移により、開発した薄膜型 SiC-SBD 検出器が炭素線場での線量計測に適した応答を示すことが確認できた。今後、LET の異なる粒子に対する応答特性を探索しつつ、炭素線場における LET 分布から推定される RBE や、臨床線量分布の評価を進める予定である。

【謝辞】

本研究の一部は、中谷医工計測財団 技術開発研究助成(奨励研究)の助成を受けて実施された。本研究は GHMC の共同利用の一環として行われた。

【参考文献】

- [1] T. Inaniwa et al., Phys. Med. Biol. **62** (2017) p.5180.
- [2] A. Rosenfeld, Nucl. Instr. Meth. **809**(2016), pp.156-170.
- [3] W. Kada et al, J. Phys.: Conf. Ser. **1662** (2020) p. 012015.
- [4] 山口 阜平 他, 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会, [12p-N221-1], 2021 年 9 月 12 日, online.
- [5] 新井 優大 他, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, [21p-P14-6], 2022 年 9 月 21 日, 東北大学川内キャンパス.

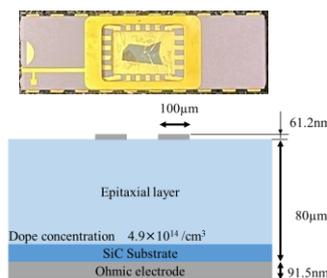


Figure 1 開発した薄膜型 SiC-SBD 検出器

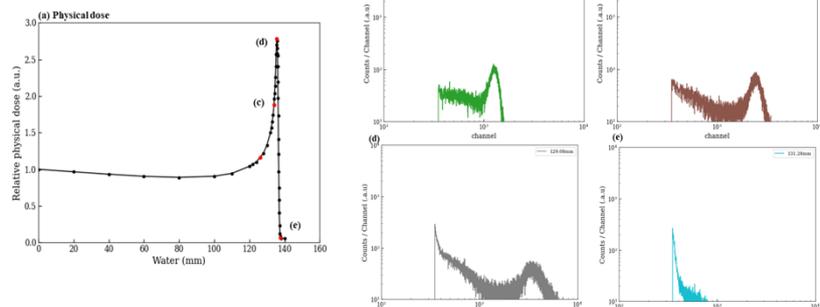


Figure 2 薄膜型 SiC-SBD 検出器による異なる深さでの LET 分布の測定例