

BGaN 半導体中性子検出器のチップサイズ小型化

Miniaturization of BGaN semiconductor neutron detector

静大院工¹, 静大電研², 名大院工³, 名大 IMASS⁴, 赤崎リサーチセンター⁵

○山田 夏暉¹, 太田 悠斗¹, 高橋 祐吏¹, 丸山 貴之¹, 中川 央也², 川崎 晟也³,
宇佐美 茂佳³, 本田 善央³, 天野 浩^{4,5}, 井上 翼¹, 青木 徹², 中野 貴之^{1,2}

Shizuoka Univ.¹, R. I. E. Shizuoka Univ.², Nagoya Univ.³,

IMASS, Nagoya Univ.⁴, Akasaki Research Center⁵

○N. Yamada¹, Y. Ohta¹, Y. Takahashi¹, T. Maruyama¹, H. Nakagawa², S. Kawasaki³,

S. Usami³, Y. Honda³, H. Amano^{4,5}, Y. Inoue¹, T. Aoki², T. Nakano^{1,2}

E-mail: yamada@cnt.eng.shizuoka.ac.jp

緒言 近年、中性子イメージング技術は新たな透過イメージング手法として需要が高まっている。本研究では、中性子捕獲断面積の大きい B 原子を有する III 族窒化物半導体である BGaN に着目し、中性子イメージング用途の新規半導体中性子検出器として提案している[1, 2]。これまでに中性子捕獲信号の検出に成功し、BGaN 結晶の厚膜化による中性子検出効率向上が達成されている。中性子イメージングにおいて、デバイスの小型化は空間分解能の向上に重要な課題である。しかし、BGaN 中性子検出器において、チップサイズ小型化は検討されていなかった。本研究では BGaN 検出器のチップサイズの小型化による放射線検出特性への影響について評価を行った。

実験方法 BGaN 結晶を用いて直径 100 μm 、500 μm 、1000 μm の円形電極を持つ BGaN-pin ダイオードを作製し、電気特性および放射線検出特性を評価した。放射線検出特性は α 線および中性子線照射下において、2 次元マルチチャンネルアナライザ(2D-MCA)システムを用いたエネルギースペクトル測定により評価した。得られた結果を、PHITS コードを用いたシミュレーションにより評価した。

結果と考察 電極直径 100 μm 、500 μm 、1000 μm の BGaN 検出器を用いて α 線エネルギースペクトル測定を実施した。Fig. 1 に各 BGaN 検出器による α 線(2.3 MeV)エネルギースペクトル測定結果を示す。各 BGaN 検出器において、 α 線検出に由来するピークが 500 Channel 周辺に確認された。さらに、 α 線ピークに対して低エネルギー側に存在するノイズ信号が、チップサイズの小型化に伴い減少していることが確認された。また、I-V 測定よりチップサイズの小型化に伴い暗電流が減少していることが確認された。これらの結果より、チップサイズ小型化によって暗電流に由来するノイズ信号が低減されたことで、エネルギー分解能が向上したことが示唆された。

次に、各検出器を用いて中性子線エネルギースペクトル測定を実施した。得られた全ての中性子捕獲信号に対する 2.3 MeV(全 α 壊変エネルギー)の検出信号の割合を算出した。各検出器の全 α 壊変エネルギー検出信号の割合を Fig. 2 に示す。小型化に伴い、2.3 MeV の信号の割合が増加していることが確認された。これは暗電流成分が低減したことにより、信号弁別が容易になったためだと考えられる。これらの結果より、BGaN 検出器における暗電流成分の低減がエネルギー弁別技術には重要であることが示唆された。

参考文献 [1] K. Atsumi, *et al.*, APL Mater. **2**, 032106 (2014) [2] T. Nakano, *et al.*, 2017 IEEE-RTSD, R-17-4

謝辞 本研究の一部は科研費補助金(16H03899, 19H04394)、物質デバイス領域共同研究拠点アライアンス「CORE ラボ」、近畿大学原子炉等利用共同研究、豊田理研スカラー、放射線医学総合研究所共用施設利用共同研究の援助により実施された。

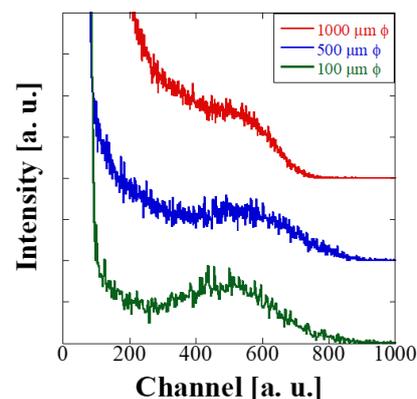


Fig. 1 各BGaN検出器における α 線(2.3 MeV)エネルギースペクトル

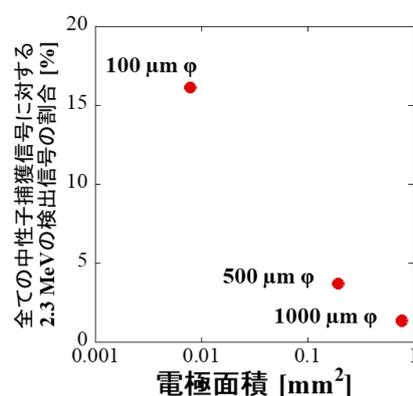


Fig. 2 各BGaN検出器における全 α 壊変エネルギーの検出割合