

BGaN 半導体検出器の基礎電気特性及び放射線検出特性評価

Electric characteristics and radiation detection characteristics of B GaN semiconductor detectors

*山田 夏暉¹, 丸山 貴之¹, 中川 央也¹, 井上 翼¹, 青木 徹², 中野 貴之¹

¹ 静大院, ² 静大電研

我々は新規中性子検出器として B GaN 半導体検出器を提案し、開発を行っている。これまでの研究において、提案する検出原理について検証及び実証を行ってきた。本研究では、中性子検出効率に着目し作製された厚膜 B GaN 検出器において放射線検出特性を評価した。

キーワード : B GaN, 中性子検出, 中性子検出器, 半導体検出器

1. 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、様々な分野での応用に期待が寄せられている。我々は、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 B GaN に着目し、B GaN 半導体を用いた中性子半導体検出器を提案している[1, 2]。これまでの研究において、B GaN ダイオードを用いた中性子捕獲信号の検出を実現している。しかしながら、現状のデバイスは中性子捕獲原子である B の含有量が少なく、十分な中性子捕獲率は得られていない。そこで我々は、結晶成長技術の開発を行い、厚膜結晶成長技術を確立した[3]。本研究では、厚結晶成長技術を用いて作製された B GaN 検出器の放射線検出特性を評価し、厚膜化による中性子特性の変化を調査した。

2. 実験方法 有機金属気相堆積(MOCVD)法により作製された膜厚 1.8 μm , 5.0 μm の B GaN 縦型 pin ダイオードを用いて、諸特性を評価した。放射線検出特性は α 線、 γ 線、及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と PHITS コードを用いたシミュレーションにより評価した。

3. 実験結果 5.0 μm -B GaN 検出器において、各入射エネルギーの α 線照射によるエネルギースペクトル測定を実施した。得られた結果と PHITS v3.00 のシミュレーションより、5.0 μm の B GaN 層により 2.3 MeV 以下の α 線の全エネルギーが検出可能であることを確認した。図に(a) γ 線(60 keV)、(b) α 線(2.3 MeV)、(c)中性子線照射時における二次元エネルギースペクトル測定結果を示す。 γ 線照射時において、暗電流に由来するノイズ領域外に検出信号は観察されず、B GaN 検出器の γ 線検出感度が低いことが示された。 α 線照射時においては、250-500 Channel、0.5-1.0 μsec の範囲に α 線検出に由来するピークが確認された。中性子線照射時においては、 α 線照射時に観察されたピークと同範囲に検出信号が確認された。これらの結果から、B(n, α)Li 反応により生じる 2.31 MeV のエネルギーを 5.0 μm の B GaN 層で検出していることが示唆された。中性子検出信号について膜厚 5.0 μm 、1.8 μm の B GaN 検出器による比較を行ったところ、膜厚増加に伴い検出信号数が約3倍となっていることが確認された。検出効率向上は、B 含有量が増加し中性子捕獲率が向上したことに起因している。これらの結果より、中性子検出効率の向上に B GaN 層の厚膜化が有効であり、更なる検出感度の向上に向けた厚膜化の重要性が示唆された。

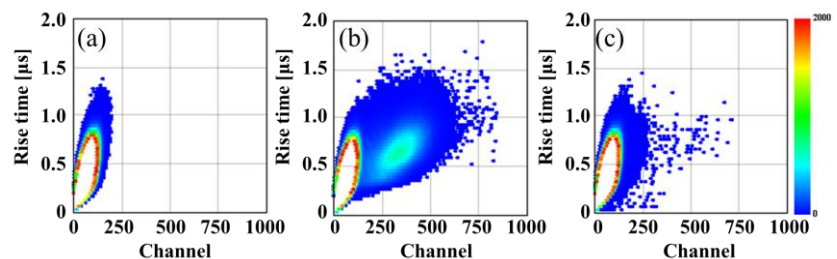


図. 5.0 μm -B GaN 検出器による二次元エネルギースペクトル
(a) γ 線照射時 (b) α 線照射時 (c)中性子線照射時

参考文献 [1] K. Atsumi, *et. al.*, APL Mater. **2**, 032106 (2014) [2] T. Nakano, *et. al.*, 2018 IEEE-RTSD, R-17-4
[3] 丸山他, 2018 年応用物理学会春季学術会, 19p-P7-78

謝辞 本研究は中部電力安全技術研究公募研究の成果であり、物質・デバイス領域共同研究拠点・アライアンス「CORE ラボ」、科研費補助金(基盤研究(B):16H03899)、近畿大学原子炉等共同利用研究の支援により行われた。

*Natsuki Yamada¹, Takayuki Maruyama¹, Hisaya Nakagawa¹, Yoku Inoue¹, Toru Aoki² and Takayuki Nakano¹

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