

傾斜組成 B GaN 層を用いた B GaN 放射線検出器の開発 Development of B GaN radiation detectors using B GaN composition graded layer

¹ 静大院工, ² 名大院工, ³ 近大原研, ⁴ 名大 I MaSS, ⁵ 静大電研

夏目朋幸¹, 宮澤篤也¹, 中村大輔¹, 林幸佑¹, 橋本優作¹, 川崎晟也², 権熊²,
若林源一郎³, 本田善央⁴, 天野浩⁴, 井上翼¹, 青木徹⁵, 中野貴之^{1,5}

Shizuoka Univ.¹, Nagoya Univ.², Kindai Univ.³, I MaSS, Nagoya Univ.⁴, R.I.E. Shizuoka Univ.⁵

°T. Natsume¹, A. Miyazawa¹, D. Nakamura¹, K. Hayashi¹, Y. Hashimoto¹, S. Kawasaki²,

W. Kwon², G. Wakabayashi³, Y. Honda⁴, H. Amano⁴, Y. Inoue¹, T. Aoki⁵, T. Nakano^{1,5}

E-mail: natsume.tomoyuki.17@shizuoka.ac.jp

緒言 近年、新たな透過イメージング手法として中性子イメージング技術が注目されており、様々な分野への応用が期待されている。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、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開発を行っている。これまでに B GaN 結晶成長の速度論解析により成長温度の最適化を行い、B GaN 検出器による中性子捕獲信号の検出に成功している[1]。しかしながら、B GaN/GaN ヘテロ界面においてボイドが形成されやすいことも確認され、放射線検出特性への影響が懸念されている[2]。そこで本研究では、界面でのボイド形成を抑制するために、界面近傍の B 組成を低くした傾斜組成 B GaN 層を用いた B GaN 結晶成長技術の検討を行った。

実験方法 B GaN 結晶成長には有機金属気相エピタキシー(MOVPE)法を用いた。原料には TMGa, TMB, NH₃ を使い、GaN 層上に傾斜組成 B_xGa_{1-x}N 層(x=0~0.01)を約 1 μm 成長後、B_{0.01}Ga_{0.99}N を約 4 μm 成長した。傾斜組成層については、TMB 流量を 0 から 0.067 μmol/min まで段階的に増加させた。成長させた B GaN 結晶を用いてダイオードを作製した。結晶評価には XRD, SEM, AFM, PL を用いた。放射線特性評価は α 線及び中性子照射下においてエネルギースペクトル測定を実施した。

結果と考察 傾斜組成 B GaN 層を用いて作製した B GaN 結晶の断面 SEM 像を Fig. 1 に示す。Fig. 1 から B GaN/p-GaN 界面にてボイドの形成は抑制され、急峻な界面を有した B GaN 成長が確認された。成長初期段階において TMB 流量 0 μmol/min の GaN ホモエピタキシャル成長から段階的に TMB 流量を増加させたことで界面近傍でのボイド形成が抑制されたことから、格子歪がボイド形成の要因となっており、傾斜組成層により急峻なヘテロ界面が形成されたと考えられる。

次に、傾斜組成 B GaN 層を導入した B GaN ダイオードを用いて α 線照射実験を行った。α 線エネルギースペクトル測定結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 からスペクトルの半値全幅は 75.8 % であり、過去の B GaN デバイスのトップデータと同程度の結果を得た。α 線検出感度は 76.1 % と理論値に近い値を示した。これらの結果から、傾斜組成 B GaN 層を用いたことでボイド形成を抑制し検出信号の取り出し効率が改善されたことを示唆した。中性子検出測定結果などの更なる詳細な解析結果については当日の発表にて報告を行う。

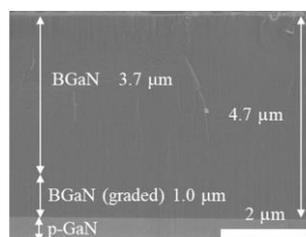


Fig.1 傾斜組成B GaN層を用いて作製したB GaN結晶

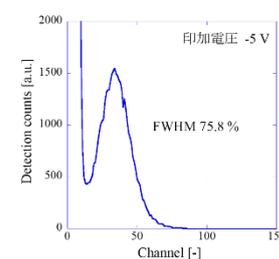


Fig.2 傾斜組成B GaN層を用いたB GaNダイオードにおけるα線エネルギースペクトル

参考文献 [1] T. Nakano, *et al.* JAP **130** (2021) 124501 [2] K. Ebara, *et al.*, JJAP **58** (2019) SC1042

謝辞 本研究の一部は科研費補助金(16H03899, 19H04394)、原子力システム研究開発事業、近畿大学原子炉等利用共同研究、名古屋大学未来材料・システム研究所における共同利用・共同研究の援助により実施された。