

厚膜 BGaN 結晶成長における GaN 中間層の影響およびデバイス特性評価

Effect of GaN inter-layer on thick BGaN crystal growth and device characterization

¹ 静大院工, ² 静大電研, ³ 名大院工, ⁴ 名大 ImaSS, ⁵ 赤崎リサーチセンター

松川真也¹, 太田悠斗¹, 宮澤篤也¹, 中川央也², 川崎晟也³, 安藤悠人³,

本田善央⁴, 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 Center.⁵

[○]S. Matsukawa¹, Y. Ohta¹, A. Miyazawa¹, H. Nakagawa², S. Kawasaki³, Y. Ando³,

Y. Honda⁴, H. Amano^{4,5}, Y. Inoue¹, T. Aoki², T. Nakano^{1,2}

E-mail: matsukawa.shinya.16@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、新規中性子検出半導体として提案している[1]。これまでに作製した BGaN ダイオードを用いて中性子捕獲信号を検出しており、中性子検出効率向上に向けて BGaN 層の厚膜化を検討している。しかしながら、BGaN 膜厚の増加に伴って 3 次元成長が起こり表面が粗面化するため、電極との密着性を低下させ、デバイス作製が困難となっていた。本研究では、BGaN 層中に表面平坦性および、結晶性回復を目的とした GaN 中間層を挿入し、BGaN 厚膜結晶成長技術の検討を行った。更に、作製したデバイスの放射線検出特性を評価することで、GaN 中間層を含むデバイス構造が検出効率に及ぼす影響を評価した。

実験方法 BGaN 結晶成長には有機金属気相エピタキシー(MOVPE)法を用いた。ガリウム原料にはトリメチルガリウム(TMGa)、ホウ素原料にはトリメチルボロン(TMB)、窒素原料には NH₃ を使用した。キャリアガスには N₂ を用いた。成長温度:1030℃、成長圧力:13.3 kPa の条件で、p 型 GaN テンプレート基板に BGaN および GaN 薄膜を成長させた。各 BGaN 結晶を用いて BGaN-pin ダイオードを作製した。薄膜結晶の評価には、走査型電子顕微鏡(SEM)観察、X 線回折(XRD)測定、原子間力顕微鏡(AFM)観察を用いた。放射線検出特性は α 線照射下において、エネルギースペクトル測定を実施した。

結果と考察 2 μ m の BGaN 層上に GaN 層を 0 ~ 0.45 μ m 成長し、表面平坦性の評価を実施した。AFM 測定結果を Fig.1 に示す。GaN 層膜厚: 0 μ m では、BGaN の三次元成長により RMS 値が約 4 nm となっていた。GaN 層の膜厚の増加に伴い、AFM 値が減少し表面平坦性が改善されていることが確認された。GaN 層が 0.15 ~ 0.45 μ m の領域において、平坦性が一定となる結果となった。

次に、検出特性評価を実施するために n-GaN / 4 μ m-BGaN / p-GaN の積層構造を作製し評価を実施した。4 μ m-BGaN 層に 0、1、5 層の GaN 中間層を挿入し結晶性および表面平坦性の評価を実施した。BGaN 層の

XRC-FWHM と AFM 測定結果を Fig.2 に示す。中間層を 1 層導入した場合には、XRC-FWHM が大きくなり結晶性の低下が確認された。この結果は、格子緩和した BGaN 層に中間層を導入したことで大きな格子歪が発生したためだと考えられる。5 層導入した場合には、結晶性と平坦性が向上していることが確認された。GaN 中間層の数を増加することで、各層の膜厚が小さくなり GaN 中間層が歪補償層として機能したためだと考えられる。 α 線照射実験において、中間層を用いたデバイスでは有感領域が減少することが確認された。詳細については当日の発表にて報告を行う。

参考文献 [1] K. Atsumi, *et al.*, APL Mater. 2, 032106 (2014)

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基盤共同研究、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、池谷科学技術振興財団研究助成の援助により実施された。

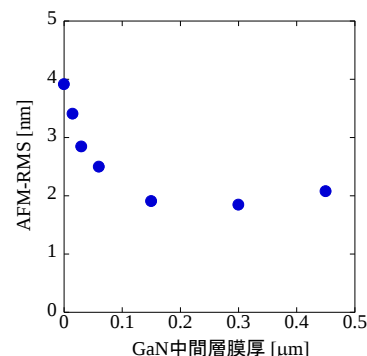


Fig.1 2 μ m-BGaN 上に成長させた GaN 層の表面粗さの成長膜厚依存性

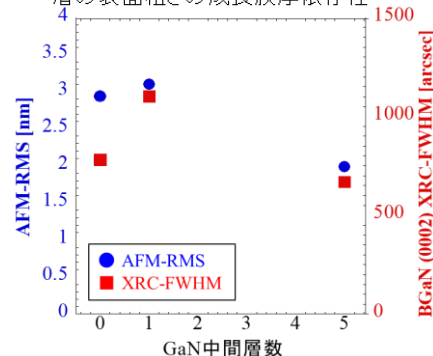


Fig.2 BGaN pin ダイオードの XRC-FWHM と表面粗さの GaN 中間層依存性