

リモートプラズマを用いて形成した $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 構造の PL 特性

Photoluminescence properties from $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ structure formed with remote plasma

名大院工¹, 産総研-名大GaN-OIL², 名大未来材料・システム研³

○高田昇治¹, 田岡紀之², 大田晃生¹, 山本泰史^{1,2}, グェンスアンチュン^{1,2}, 山田永²,
高橋言緒², 池田弥央¹, 牧原克典¹, 清水三聡^{2,3}, 宮崎誠一¹

Nagoya Univ.¹, AIST-NU GaN-OIL², Nagoya Univ. IMASS³

○N. Takada¹, N. Taoka², A. Ohta¹, Yamamoto^{1,2}, N. X. Truyen^{1,2}, H. Yamada²,

T. Takahashi², M. Ikeda¹, K. Makihara¹, M. Shimizu^{2,3} and S. Miyazaki¹

E-mail: takada@nuee.nagoya-u.ac.jp

はじめに GaNは、バンドギャップや絶縁破壊電界が大きく、キャリア移動度が高いなどの優れた物性値を有している。そのため、次世代パワーデバイスやパワー集積回路への応用が期待されている。これらに用いられるMOS構造では界面欠陥を低減することが最も重要な課題である。リモート酸素プラズマを用いたGaN表面の酸化処理は、界面欠陥を減少させるための有効な手段の一つである [1-2]。更なる界面特性向上のためには、GaN表面の酸化過程およびその構造を理解することが重要である。我々は、GaNの表面酸化機構および酸化物/GaN界面構造についてX線光電子分光法、光電子収率分光法およびフォトルミネッセンス(PL)法を用いて調べ、報告している[3]。今回は、主に酸化物/GaN試料表面に SiO_2 膜を形成した試料のPL測定結果について報告する。

実験方法 試料にはSiを 2×10^{16} , 4×10^{16} , $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の濃度でドーブしたn型GaN基板を用いた。リモート酸素プラズマを用いて、これらの基板表面に 300°C 10分間の酸化処理を行った (酸化膜厚: $\sim 2 \text{ nm}$)。更に、Ga酸化物表面に SiO_2 膜を 30 nm 形成した。PLの励起光源には、He-Cdレーザー (325 nm)を使用した。そのレーザー光をレンズで集光し、試料に入射した。試料からのPL光を、試料表面に対して垂直方向に設置した光ファイバーを通して分光器に導入し、PLスペクトルを得た。ここでスペクトルは、標準光源を用いてPL強度の較正が施された。

実験結果・考察 GaNではバンドエッジ発光の半値幅とキャリア濃度には、図1の様な関係があることが知られている [4,5]。本研究で使用した3種類の基板濃度のGaN基板においても、過去の報告と整合し、低濃度 ($2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$) まで拡張した関係が得られた。また、 Ga_2O_3 および $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ を形成した試料からのPLスペクトルは、化学洗浄後のGaN試料(wet-cleaned GaN)と比較して、発光強度が低下し、スペクトル形状、ピーク位置にも変化が見られた。図2は、 $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ および $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 構造を有するGaN基板およびwet-cleaned GaNから得られたPLスペクトルである。ここで、スペクトル強度は、wet-cleaned GaNの強度で規格化されている。 $\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ 構造の試料では、 3.4 eV 付近のピーク幅がwet-cleaned GaNと比較して大きいことがわかる。また、 $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3/\text{GaN}$ からのスペクトルは、wet-cleaned GaNに近いスペクトル形状であることがわかる。これらのことは、レーザーの侵入長($\sim 80 \text{ nm}$)と図1の関係性を考慮すると、GaN表面近傍のキャリア濃度がバンドベンディング等によって変化している可能性を示している。当日は、スペクトル強度、ピーク位置等とこれらの構造との関係について深く議論する予定である。

参考文献 [1] C. Bae, *et. al.*, J. Vac. Sci. Technol. A22, (2004) 2411. [2] Y. Nakano, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. 83, 21(2003) 4336. [3] N. Takada, *et. al.*, 2018 JSAP Spring meeting. [4] M. Yoshikawa, *et. al.*, J. Appl. Phys. 86, 8, (1999)4400. [5] E. F. Schubert, *et. al.*, Appl. Phys. Lett. 71(7), (1997)921. 本研究の一部は、NEDOの委託により実施された。

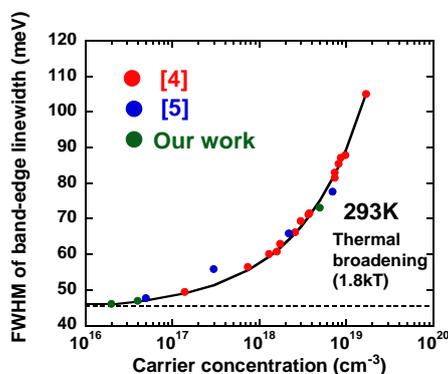


Fig. 1 Linewidth of the band-edge peaks as a function of the carrier concentration in the Si-doped GaN.

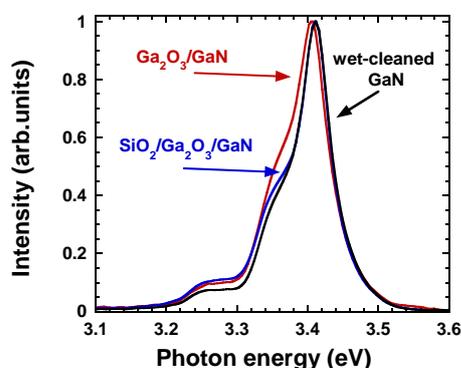


Fig. 2 Comparison of band-edge spectra obtained from the wet-cleaned GaN, GaN with $\text{SiO}_2/\text{Ga}_2\text{O}_3$ stack and GaN with Ga_2O_3 .