

リモートプラズマによって酸化された n-GaN の PL 特性

Photoluminescence from n-GaN oxidized by remote plasma

名大院工¹, 産総研GaN-OIL², ○高田昇治¹, 山本泰史^{1,2}, 田岡紀之², 大田晃生¹,
 ゲンズエンチュン^{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¹, 宮崎誠一¹
 Nagoya Univ.¹, AIST GaN-OIL², ○N. Takada¹, T. Yamamoto^{1,2}, N. Taoka², A. Ohta¹, N. X. Truyen^{1,2},
 H. Yamada², T. Takahashi², M. Ikeda¹, K. Makihara¹, M. Shimizu¹ and S. Miyazaki¹
 E-mail: takada@nuee.nagoya-u.ac.jp

はじめに 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するGaNは、次世代パワー半導体材料として注目されている。これまでに、リモート酸素プラズマを用いたGaN表面の酸化は、界面準位密度の低減に有効であること、Ga酸化層がn-GaN MOS構造の電氣的界面特性やゲート絶縁膜特性を改善することが報告されている[1-2]。パワーデバイスへの応用を考慮するとGaN表面の酸化過程およびその界面構造の更なる理解が非常に重要である。我々は、GaNの表面酸化機構及び、酸化物/GaN界面状態についてX線光電子分光法(XPS)と光電子収率分光法(PYS)を用いて調べている[3]。今回、フォトルミネッセンス(PL)法を用いて相補的な特性評価を試みたので報告する。

実験方法 サンプルには $4.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ のSiをドープした GaN (Si:GaN)基板、その基板表面をO₂-Remote Plasma(O₂-RP)により300°C 10分間または500°C 1分間の酸化処理を施したものを使用した[3]。これらの酸化したサンプルには、どちらも約2 nmのGa酸化層が形成されている[3]。PLの励起光源には、He-Cdレーザー(325 nm)を使用した。レーザー光をレンズで集光して、集光位置にサンプルを置き、サンプル表面に垂直な方向に分光器を設置してPL光を観測した。レーザー励起強度依存性を調べるために、複数のNDフィルターを用いて強度を調整し、20, 2, 0.2, 0.02 W/cm²の4つの強度で測定を行なった。

実験結果・考察 図1に、Si:GaN基板に対するPLスペクトルのレーザー励起強度依存性を示す。この測定では、20, 2, 0.2, 0.02 W/cm²の励起強度に対して、入射する光子の数を揃えるために分光器の観測積分時間をそれぞれ50, 500, 5000, 50000 msとした。これにより、縦軸は量子効率に比例する値となる。実験結果より、0.02 W/cm²の場合には、Gaの空孔などが起源とされる発光が2.2 eV (Yellowバンド発光) 付近に見られ、その発光が支配的である。レーザー強度の増加と共に、Yellowバンド発光の強度が減少し、3.4 eV付近のバンド端発光 (UV光) の強度が増加することがわかる。これらの傾向は、これまでに報告されている結果と同様な結果であり、本測定結果の妥当性を示唆している[4]。図2は、酸化処理条件の違いによるYellowバンド発光のスペクトルを比較したものである。酸化していない試料および500°Cで酸化したサンプルと比較して、300°Cの場合には強度が低いことがわかる。これらのことは、GaN表面およびその近傍の欠陥密度が酸化処理によって、変化していることを示している。これらの違いについては、未解明な部分が多く、更なる研究が必要であるが、これまで得られたXPS,PYS等の結果 [3]も踏まえて講演で報告する。

本研究の一部は、NEDOの委託により実施された。

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] T. Yamamoto *et al.*, 2017 JSAP Spring meeting 15p-315-1. [4] U. Kaufmann, *et al.*, Phys. Rev. B 59, 8(1999)5561.

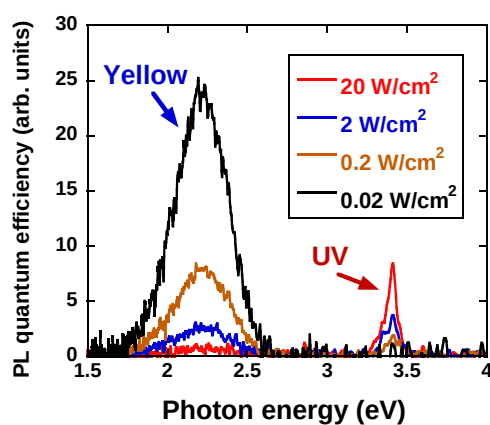


Fig.1 PL spectra of the Si-doped GaN sample with the Si concentration of $4 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ for four power density levels in units of W/cm².

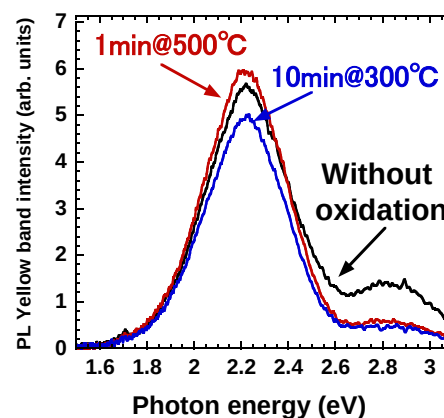


Fig.2 PL yellow band spectra with and without the surface oxidation processes.