

$\text{AlO}_x/\text{AlN}/\text{GaN}$ ヘテロ構造の発光特性

Emission properties of $\text{AlO}_x/\text{AlN}/\text{GaN}$ heterostructures grown by RF-MBE

東京高専¹, 工学院大², 情通機構³

○尾沼猛儀^{1,3}, 杉浦洋平^{2,3}, 山口智広², 本田徹², 東脇正高³

TNCT¹, Kogakuin Univ.², NICT³

○T. Onuma^{1,3}, Y. Sugiura^{2,3}, T. Yamaguchi², T. Honda², and M. Higashiwaki³

E-mail: onuma@tokyo-ct.ac.jp

〔はじめに〕我々は、GaN トランジスタデバイスの特性向上のため、酸化物/窒化物半導体ヘテロ界面近傍の構造・接合のコントロールを試みている[1-3]。これまでに、真空一貫プロセスによる RF プラズマ援用 MBE(RF-MBE)法を用い、GaN 上への AlO_x 薄膜の形成に成功した[4]。しかし、GaN 表面の酸化によるリーク電流の増加が問題であったため、AlN スペース層を挿入し、AlN/GaN ヘテロ構造上へ AlO_x 薄膜を形成した[5]。また、同 AlO_x 薄膜をバッファ層として、さらに AlO_x 薄膜の成長を行い、その構造評価を行った[6]。本講演では、 AlO_x 薄膜の有無、成長条件の違いが、AlN/GaN ヘテロ構造の発光特性に与える影響を、フォトルミネセンス(PL)と時間分解フォトルミネセンス(TRPL)測定により調査した結果を報告する。

〔実験〕RF-MBE 法により *c* 面サファイア基板上に AlN バッファ層(300 nm)を介し成長した GaN 薄膜(1.5 μm)の上に、さらに AlN スペース層(3.5 nm)を成長したものを酸化膜無しの試料とした。続いて、同チャンバー内で AlO_x バッファ層(1.5 nm)を形成し、基板温度 400 °C または 800 °C で AlO_x 薄膜(20 nm)を成長した[6]。断面 TEM 観察から、400 °C で成長した AlO_x 薄膜はアモルファスである一方、800 °C で成長した AlO_x 薄膜は結晶化していることが確認された[6]。シートキャリア密度は、400 °C で成長した試料が $n_s=1.9\times10^{13}\text{ cm}^{-2}$ 、800 °C で成長した試料が $n_s=1.4\times10^{13}\text{ cm}^{-2}$ であった。発光測定では、励起光源に He-Cd レーザー(325 nm)、または繰り返し周波数 21 kHz、パルス幅 400 ps、平均出力 16 mW の YAG:Nd レーザー(266 nm)を用いた。

〔結果と考察〕代表例として 800°C で AlO_x 薄膜を成長した試料の 4.2 K における PL スペクトルを図(a)に示す。3.504 eV にバンド端付近の発光が現れ、3.43 eV、3.34 eV にショルダーが観測された。また、3.23 eV には DAP 発光とみられるピークが観測された。これまでの報告[7]で、3.44~3.46 eV 付近に 2 次元電子ガス(2DEG)が関連した発光が観測されているが、今回の試料ではショルダーが観測された。図(b)に示すように 3.55 eV 付近の発光はシステムと同じ減衰特性を示すため、200 ps よりも短い減衰寿命をもつと考えられる。また、3.23 eV の発光は DAP 発光に特徴的なストレッチ指数関数型の減衰特性を示した。これらに対し、3.43 eV の発光は、立ち上がりの遅れと共に比較的長い減衰特性が得られた。2DEG 関連の発光は、界面付近の大きな電界により 0.1 ps 以下の速い減衰特性を示す[8]ことが知られているため、得られた遅い減衰特性は AlN/GaN 界面付近の空乏層でのキャリア(または励起子)の拡散によるものと考えられる。

〔謝辞〕本研究の一部は科研費(#25390071、#25289093、#25420341、#25706020)の援助を受けた。

〔参考文献〕[1] M. S. Miao *et al.*, JAP **107**, 123713 (2010). [2] 東脇他, JAP **108**, 063719 (2010). [3] 東脇他, APL **97**, 222104 (2010). [4] 東脇他, 第 59 回応用物理学関連連合講演会 16p-F12-17 (2012). [5] 杉浦他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 28p-G21-11 (2013). [6] 杉浦他, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 16a-B5-5 (2013). [7] J. P. Bergman *et al.*, APL **69**, 3456 (1996). [8] 秩父他, APEX **4**, 045501 (2011).

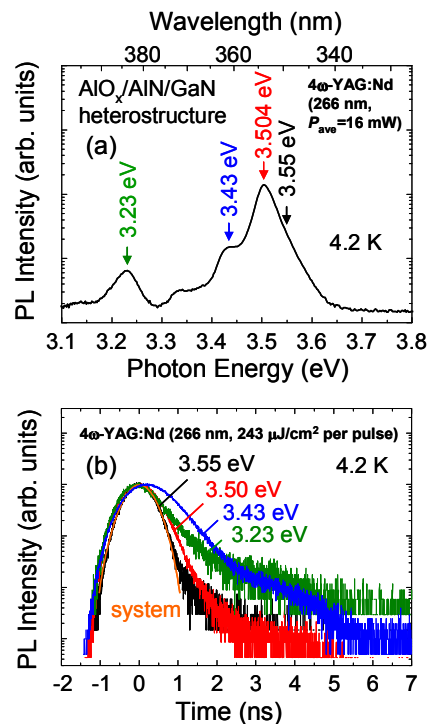


Figure (a) PL spectrum and (b) TRPL signals at 4.2 K of $\text{AlO}_x/\text{AlN}/\text{GaN}$ heterostructure, in which AlO_x top layer was grown at 800°C.