

AlN/sapphire テンプレート上への GaN 量子ドットの形成

Growth of GaN quantum dots on AlN/sapphire templates

東大ナノ量子機構 ○有田 宗貴, 荒川 泰彦

NanoQuine, Univ. of Tokyo, °Munetaka Arita and Yasuhiko Arakawa

E-mail: arita@iis.u-tokyo.ac.jp

はじめに：量子ドット(QD)レーザに電子・正孔の有効質量が大きな窒化物半導体を用いると特にしきい値の低減に関して QD の恩恵が大きく[1, 2]、高出力レーザとして加工用紫外光源などへの応用が期待される。我々は紫外発光 GaN 量子ドットレーザの実現に向けて要素技術の開発を進めており、前回までにサファイア基板上での高密度 GaN/AlN QD の形成を報告した[3]。今回、AlN バッファ層の高品質化を目的に、新たに AlN/sapphire テンプレートを利用して AlN および GaN/AlN QD の MOCVD 結晶成長を行ったので報告する。

実験：市販の AlN/sapphire (0001)テンプレート[Kyma Technologies 製 UV-AlN Templates, 2"]を用いて AlN および GaN/AlN QD を MOCVD で成長した(QD 成長条件: 温度 885~950 °C、圧力 200 Torr、V/III 比約 20)。材料は TMG, TMA, NH₃、キャリアガスは水素と窒素を用いた。構造特性は高分解能 X 線回折(XRD)を用いて評価し、表面モフォロジーは原子間力顕微鏡(AFM)によって観察した。また、室温でフォトルミネッセンス(PL)測定を行った(励起光源: CW 266 nm DPSS レーザ)。

結果：0.2 度オフ基板上に堆積された AlN テンプレート(膜厚 400 nm)の表面はナノコラム状である。この上に NH₃ パルス成長で AlN を 50 nm 程度堆積すると、原子層ステップが規則的に並んだ平坦な表面を得られる[図 1(a)]。XRD 回折半値幅は(0002)が約 10 arcsec、(1 $\bar{1}$ 02)で 300 arcsec 未満とほぼテンプレートの特性を反映した。この上に GaN QD を成長し、 2×10^{11} cm⁻² の高密度で形成可能であることを確認した[図 1(b)]。さらに AlN で埋め込んだ試料の光学特性を従来のサファイア基板上試料と比較し、PL 発光強度の改善も確認した[図 2]。ただし現状では光学特性の再現性はサファイア基板上試料には劣っており、構造特性から期待される高品質化を実現するには適切なバッファ層構造を含む更なる成長条件最適化が必要と考えられる。

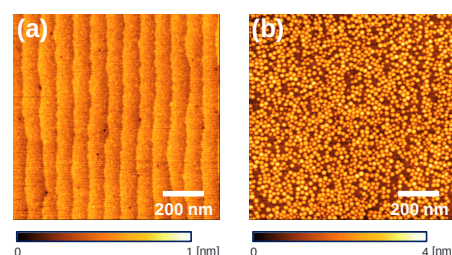


Fig. 1: AFM images of (a) AlN homo-epitaxial layer and (b) GaN QDs.

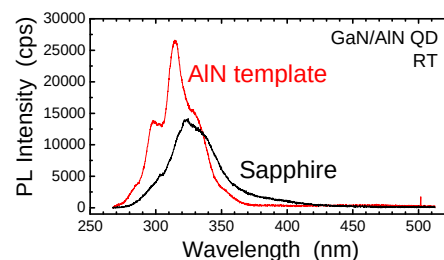


Fig. 2: PL spectra of GaN QDs grown on AlN template and sapphire substrate.

謝辞：この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものである。

参考文献：[1] Y. Arakawa, IEEE J. Sel. Topics Quantum Electron. **8**, 823 (2002). [2] R. Tao and Y. Arakawa, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SCCC31 (2019). [3] 有田 荒川, 第 67 回応物春季講演会, 14a-A302-1 (2020).