

RF-MBE 成長した高 In 組成 GaInN MQWs の光学特性

Optical characteristics of high-In-composition GaInN MQWs grown by RF-MBE

工学院大学大学院, ○(M1)吉田 涼介, 中島 裕亮, (M1)比留川 大輝, 大野 颯一郎

山口 智広, 尾沼 猛儀, 本田 徹

Kogakuin Univ., ○R. Yoshida, Y. Nakajima, H. Hirukawa, S. Ono

T. Yamaguchi, T. Onuma, and T. Honda

E-mail: cm19051@ns.kogakuin.ac.jp

可視光全域での発光ピーク波長を In 組成により制御可能な GaInN は RGB LED を同一基板上に成長させたモノリシック構造に適している. この構造は 4K8K スマートフォン用自発光型 LED ディスプレイへの応用に期待が持てる. しかし, GaInN を用いた赤色 LED は青, 緑色 LED と同様の GaInN/GaN 多重量子井戸構造(MQWs)[1]にて製作した場合, 高 In 組成[2]であるため格子定数の違いから歪量子井戸が形成されてしまい量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)による内部量子効率(IQE)の低下が起きる. 更に高 In 組成 GaInN は MOCVD で成長させた場合, GaN と InN に相分離が起きてしまう技術的問題が現存する.

そこで, RF-MBE による高 In 組成 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($x>y$) MQWs の結晶成長を提案する. この構造は IQE 低下の原因の一つである歪量子井戸による QCSE を抑制する働きがあると考えられる. 結晶成長を行う際に成長温度は重要なパラメータとなる. よって本研究では赤色 LED 応用への観点から高 In 組成 $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($x>y$) MQWs 成長時の温度を変化させた試料を複数製作し赤色発光を観測することが目的である. そのために製作した試料の光学的特性の評価を行った.

MOCVD で成長されたサファイア基板上的 GaN テンプレートを基板とし RF-MBE を用いて成長温度(熱電対温度) 720°C で $\text{Ga}_{0.75}\text{In}_{0.25}\text{N}$ を 60 分間成長させた. その後, 成長温度を試料ごとに各々 580°C から 720°C まで割り振り $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 井戸層と $\text{Ga}_{0.75}\text{In}_{0.25}\text{N}$ 障壁層を 5 周期成長させた. 面内分布を減らすため基板を回転させた. そして, 製作した MQWs と MQWs を成長させていない単層膜の試料(Single layer)の XRD θ - 2θ 測定と PL 測定を行った.

XRD θ - 2θ 測定の結果を Fig. 1 に示す. 700°C , 720°C で成長させた試料では $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}(002)$ のピークは高角度側にずれている. また $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}(002)$ と $\text{GaN}(002)$ の間にピークが見られた. 580°C , 620°C , 660°C 成長させた試料では高角側のピークは見られなかった. PL 測定の結果を Fig. 2 に示す. 励起レーザーは He-Cd レーザー(325.0 nm , 50 mW)で室温での測定を行った. 成長温度の低下に伴い発光ピーク波長が長波長側にシフトしている. 発光ピークが 2 つ見られる 620°C と 580°C で成長させた試料についてはどちらも短波長側は Single layer と近い発光ピーク波長を持つことから MQWs を成長させた下地層からの発光であると考えられる. さらにこの 2 つの試料の長波長側の発光ピーク波長は目的とした赤色発光を達成している.

これらの結果を踏まえて高 In 組成 GaInN MQWs の光学特性について包括的に議論する.

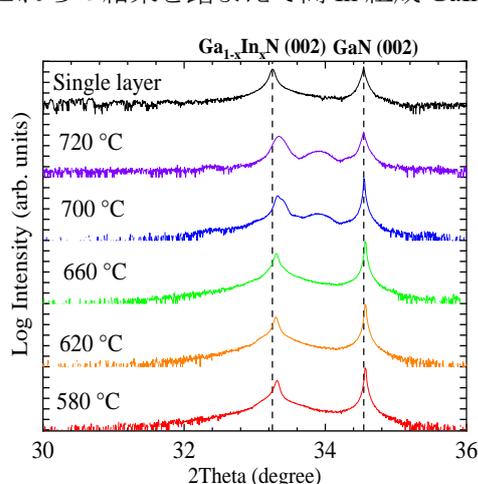


Fig. 1 XRD θ - 2θ scan profiles for samples grown at 580°C to 720°C and single layer.

参考文献

- [1] S. Nakamura *et al.*, J. Appl. Phys. **74**, 3911 (1996).
[2] A. Kraus *et al.*, J. Cryst. Growth. **72**, 323 (2011)

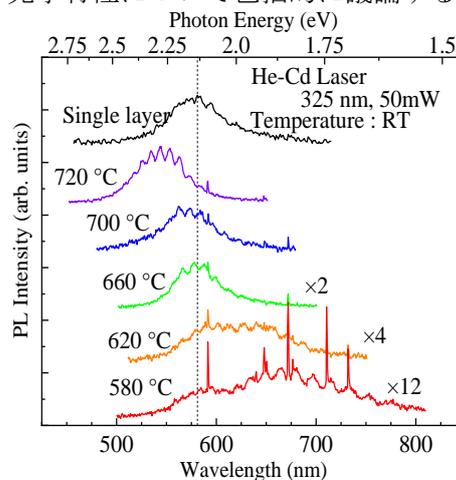


Fig. 2 PL scan profiles for samples grown at 580°C to 720°C and single layer.