

緩和制御層上 GaInN 周期構造の RF-MBE 成長と評価

Characterization of GaInN multi-layer grown on strain-controlled layer by RF-MBE

工学院大学大学院, [○](M1)松田 真樹, 吉田 涼介, (M2)田原 開悟,

山口 智広, 尾沼 猛儀, 本田 徹

Kogakuin Univ., [○]M. Matsuda, R. Yoshida, K. Tahara,

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

E-mail: cm21047@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] 現在, GaInN/GaN 多重量子井戸(MQW)構造は青・緑色の発光層に広く用いられている. 更なる発光波長の長波長側に向けて, 結晶の歪みが招くピエゾ電界に起因した量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)を抑制する発光層の構造として $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}/\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($x>y$) MQW が注目されている[1]. しかし GaInN を用いた MQW は下地層(UL)として用いる GaN との格子不整合が In 組成の増加に伴い増加するため, QCSE による大幅な発光効率減少が技術的課題となる. 従って, 格子定数が MQW 層と近い緩衝層を UL として用い, 障壁層も UL に格子定数を揃えることで, QCSE の低減が可能となる. そこで, 本研究では, 全組成域で GaInN 薄膜の安定供給が可能である高周波プラズマ支援分子線エピタキシー(RF-MBE)法[2]を用い, QCSE の低減を目的とした緩和制御層 GaInN UL を挿入した後, 周期構造を製作し, GaN UL を用いた試料との比較検討を行った.

[実験] MOVPE 成長させた GaN テンプレート上に成長温度(熱電対温度)760°C で GaN 成長を行った. その上に成長温度 680°C で $\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ ($y=0.28\pm0.05$) UL を 60 分間成長させた. 次に成長温度 540°C, $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 井戸層($\text{Ga}_{1-y}\text{In}_y\text{N}$ 障壁層)の RF パワーを 240 W(200 W)で 15 秒間(45 秒間)成長させ, 5 周期の MQW を製作した. また同じ成長条件で GaN UL 上に MQW を製作した. 試料はそれぞれ XRD θ -2 θ , XRD RSM 測定, PL 測定を行った. PL 測定は GaInN レーザー(407 nm, 140 mW)を励起光源として用いた.

[結果と考察] XRD θ -2 θ 測定の結果とそのシミュレーション結果を図 1 に示す. どちらの試料にも低角側にサテライトピークが観測され MQW の存在を確認することができる. またシミュレーションの結果より In 組成はそれぞれ GaN UL 上 MQW の井戸層は 29 %, 障壁層は 22 %, GaInN UL 上 MQW の井戸層は 48 %, 障壁層は 27 %と算出された. また, 井戸層の膜厚はそれぞれ GaN UL 上 MQW は 2.2 nm, GaInN UL 上 MQW は 2.3 nm と算出された. GaN UL 上 MQW は GaInN UL 上 MQW に比べて格子不整合により In 組成が低くなった. 低温 PL スペクトルを図 2 に示す. GaInN UL 上 MQW では 2.15 eV に発光ピークが見られたが, GaN UL 上の MQW では 1.40 eV~2.30 eV でブロードに発光し, 1.74 eV と 1.79 eV でサファイア基板からのルビー発光(RL)が観測された. これは, GaN UL と GaInN MQW 間の格子不整合による QCSE や In 組成の面内揺らぎが原因の一つだと考えられる[3]. GaInN UL 上の MQW では UL と発光層の格子不整合が小さくなるため発光効率が向上したと考えられる.

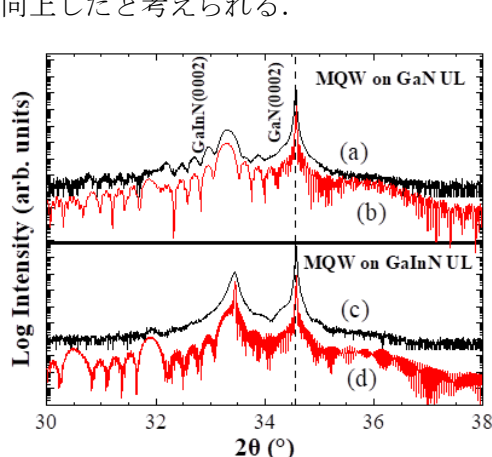


Fig. 1. (a)(c) Experimental and (b)(d) simulated XRD θ -2 θ patterns.

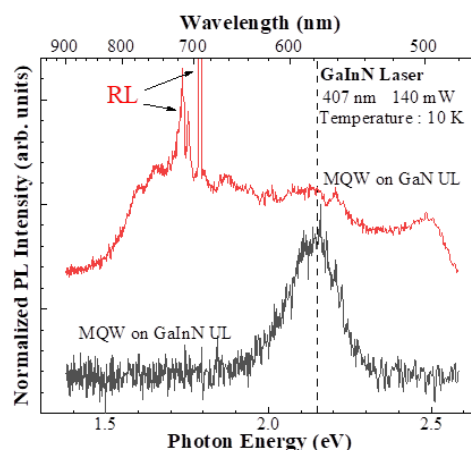


Fig. 2. PL spectra at 10 K of MQW on GaN UL and MQW on GaInN UL.

[参考文献]

- [1] L. Zhang *et al.*, J. Appl. Phys. **51**, 030207 (2012).
- [2] T. Yamaguchi *et al.*, J. Cryst. Growth **377**, 123 (2013).
- [3] M. Auf der Maur *et al.*, Phys. Rev. Mater. **116**, 027401 (2016).