## RF-MBE 成長した高 In 組成 GaInN/ GaInN 多重量子井戸における 障壁層の In 組成と周期数が発光特性へ及ぼす影響 Impact of In Composition of Barrier Layer and Number of Periods on Emission Property of High-In-Content GaInN/GaInN MQWs Grown by RF-MBE 工学院大学大学院,<sup>0</sup>(M2)吉田 涼介, (M2)比留川 大輝, (M2)大野 颯一朗, (M1)田原 開悟, 山口 智広,尾沼 猛儀,本田 徹 Kogakuin Univ.,<sup>0</sup>R. Yoshida, H. Hirukawa, S. Ohno, K. Tahara,

## T. Yamaguchi, T. Onuma and T. Honda E-mail: cm19051@ns.kogakuin.ac.jp

[はじめに] 現在, µ-LED ディスプレイ応用への観点から窒化ガリウムインジウム(GaInN)を用いた赤色 LED の製作が求められている[1]. しかし,高 In 組成 GaInN は歪量子井戸におけるピエゾ 電界の影響による発光効率の低下[2]が問題となる.よって,Ga<sub>0.70</sub>In<sub>0.30</sub>N 下地層への GaInN 多重 量子井戸(MQWs)の RF-MBE 成長を提案してきた[3].しかしながら,MQWs では格子緩和が発生 していると予測されるため,発光特性への影響を評価する必要がある.よって本研究では, Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>N(x>y) MQWs の RF-MBE 成長を行い,障壁層の In 組成と周期数に着目し,それ らが発光特性へ及ぼす影響を評価した.

[実験] MOVPE 成長された GaN テンプレート基板を有機洗浄後, RF-MBE を用いて成長温度(熱 電対温度) 680℃で Ga<sub>0.70</sub>In<sub>0.30</sub>N を 60 分間成長した. その後, Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>N(x>y) MQWs を 5 周期と 30 周期成長させた. この際, In 組成がそれぞれ x=0.45, y=0.30 となるように Ga/In フラ ックス比, N ガス流量, RF パワーを調節した. 比較試料として, GaN テンプレート上に Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN MQWs を 5 周期成長させた. この際, 井戸層は Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>N(x>y)成長と同条 件で成長させた. PL 測定は He-Cd レーザー(325.0 nm, 15 mW)を励起光源として用いた.

[結果と考察] XRD 0-20 測定の結果を Fig. 1.に示す. すべての試料でサテライトピークとみられ る回折ピークが観察された. しかし, 障壁層に GaInN を用いた場合は不明瞭であった. 室温での PL スペクトルを Fig. 2.に示す. Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/GaN MQWs ではピーク波長は 562 nm であった. これに 対し, Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N/Ga<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>N(x>y) MQWs では 5 周期では 588 nm, 30 周期では 740 nm となり, 周期 の増加による長波長化が観られた. 障壁層の In 組成の増加による長波長化は In 組成引き込み効果 により井戸層に取り込まれる In 組成の増加であると考えられる. 更に, 周期数の増加による長波 長化は MQWs での格子緩和による In 組成の増加だと考えられる . また, サテライトピークが不 明瞭な上に,発光がブロードであることから,井戸層毎に In 組成が異なっていることが示唆され る[4,5]. 以上の結果と XRD 逆格子マッピング測定の結果を踏まえ発光特性などの包括的な議論を 行う.





Fig. 1. XRD 2θ-ω patterns of 5 and 30 periods 2-nm-thick Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N / 5-nm-thick Ga<sub>0.70</sub>In<sub>0.30</sub>N 5 periods 2-nm-thick Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N / 5-nm-thick GaN MQWs. 参考文献

Fig. 2. PL spectra at room temperature. Peaks at 365 nm and 730 nm correspond to PL from GaN and its second order. Shoulder at around 640 nm corresponds to PL from Ga<sub>0.70</sub>In<sub>0.30</sub>N underlayer.

[1] J. Day *et al*, Appl. Phys. Lett. **99**, 031116 (2011). [2] L. Zhang *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51**, 030207 (2012). [3]吉田涼介, 応用物理学会秋季学術講演会, 18a-PB3-21 (2019). [4] S. Alam *et al.*, Superlatt. M. **291**, 104 (2017). [5] T. Yamaguchi *et al.*, Crystals **9**, 631, (2019).