

AlGa_N 系 UV-C 多重量子井戸構造における室温誘導放出と縦共振器モードの観測

Observations of stimulated emission and longitudinal cavity mode in AlGa_N-based UV-C multiple quantum wells at room temperature

山口大院・創成科学¹ 徳山高専² 理研³

田邊凌平¹ 濱田晟¹ 別府寛太¹ 倉井聡¹ ○室谷英彰² 前田哲利³ 定昌史³ 平山秀樹³ 山田陽一¹

Yamaguchi Univ.¹ NIT, Tokuyama Coll.² RIKEN³

R. Tanabe,¹ A. Hamada,¹ K. Beppu,¹ S. Kurai,¹ ○H. Murotani,² N. Maeda,³ M. Jo,³

H. Hirayama,³ and Y. Yamada¹

E-mail: murotani@tokuyama.ac.jp

これまでに我々は、AlGa_N 系 UV-C 多重量子井戸構造(MQW)において内部量子効率の温度依存性を評価し、室温において最大 53%、750 K においても最大 16%と非常に高い値を得ている[1]。さらに、室温において光励起誘導放出を観測し、誘導放出機構が 200 K から 250 K の間で変化している可能性を示した。今回、量子井戸層の位置を最適化し、光閉じ込め係数を向上させた AlGa_N 系 UV-C MQW において光励起誘導放出光の測定を行ったので、その結果について報告する。

測定に用いた試料は有機金属気相成長法により *c* 面サファイア基板上に成長された Al_{0.45}Ga_{0.55}N/Al_{0.55}Ga_{0.45}N-3 重量子井戸構造である。井戸層幅が 2 nm、障壁層幅が 7 nm のものを用いた。光励起誘導放出光の測定は、Xe-Cl エキシマレーザー励起色素レーザーの第 2 高調波(240 nm)を励起光源として、シリンドリカルレンズを用いた端面配置にて行った。

図 1 に PL スペクトルの励起パワー密度依存性を示す。励起パワー密度の増大に伴い、自然放出光の短波長側に誘導放出光が観測されていることが分かる。自然放出光は、励起パワー密度に対して線形に増大するのに対して、誘導放出光は非線形に増大することが確認できた。室温における閾値励起パワー密度は、30 kW/cm² と見積もることができた。最適化前の試料では 69 kW/cm² であったため[1]、発光層位置の最適化によって閾値を半分以下に低減できていることが分かる。また、誘導放出光のスペクトルには微細構造が観測されていることが分かる。微細構造の波長間隔が、共振器長から見積もられる値とほぼ一致しているため、この構造はファブリペロー共振器の縦モードであると考えられる。

図 2 に閾値励起キャリア密度 n_{th} の温度依存性を示す。図中の□は発光層位置最適化前の n_{th} であり、●は発光層位置最適化後の n_{th} である。最適化後の試料において、 n_{th} は 200 K 以下では温度に依存せずほぼ一定であることが分かる。このような傾向は、CdZnS/ZnS 量子井戸構造における励起子分子による誘導放出機構で観測されている[2]。さらに、今回の試料では室温付近でも n_{th} は Mott 転移密度(3×10^{18} cm⁻³)と同程度であり、誘導放出機構に励起子系の光学遷移過程が関与していることが示唆される。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16H06428, JP16H04335, JP20K04585 の援助を受けて行われたものである。

[1] 田邊他, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-E310-11.

[2] Y. Yamada, J. Lumin. **87-89**, 140 (2000).

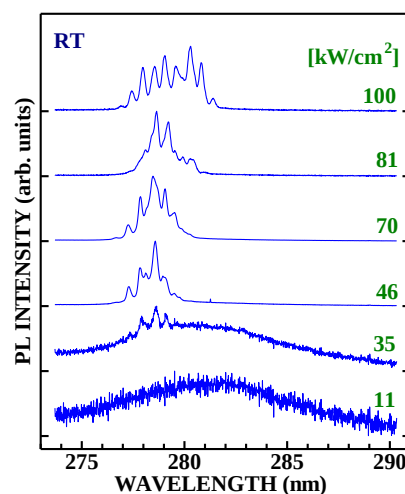


Fig. 1. Excitation power density dependence of PL spectra taken from AlGa_N-based UV-C MQW.

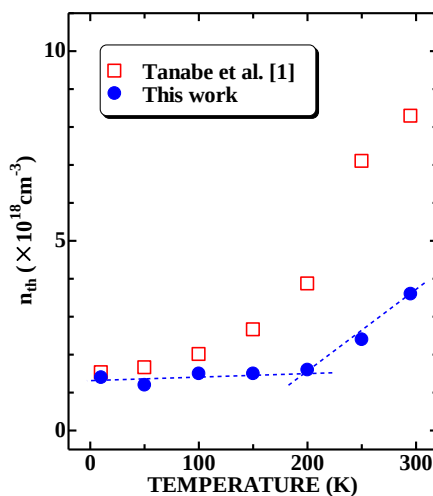


Fig. 2. Temperature dependence of threshold excitation carrier density taken from AlGa_N-based UVC MQWs.