

AlGa_N系 UV-C 多重量子井戸構造における誘導放出のしきい励起パワー密度の温度依存性

Temperature dependence of threshold excitation power density for stimulated emission in AlGa_N-based UV-C multiple quantum wells

山口大院・創成科学¹ 徳山高専² 理研³

濱田晟¹ 福田拓矢¹ 倉井聡¹ ○室谷英彰² 前田哲利³ M. Ajmal Khan³ 定昌史³

平山秀樹³ 山田陽一¹

Yamaguchi Univ.¹ NIT, Tokuyama Coll.² RIKEN³

A. Hamada,¹ T. Fukuda,¹ S. Kurai,¹ ○H. Murotani,² N. Maeda,³ M. Ajmal Khan,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)において誘導放出特性の温度依存性を評価し、200 K 以下で励起子が関与した光学利得生成機構に基づく誘導放出を観測した[1]。さらに、発光層位置の最適化により光閉じ込め係数を向上させた AlGa_N系 UV-C MQW において、室温で励起子が関与した光学利得生成機構に基づくレーザー発振を観測した[2]。今回、同様の試料に対し、室温以上の高温において光励起誘導放出測定を行い、しきい励起パワー密度の温度依存性を評価したので、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_{0.32}Ga_{0.68}N/Al_{0.50}Ga_{0.50}N-3 重量子井戸構造である。井戸層幅は 2 nm、障壁層幅は 7 nm であり、量子井戸領域は 62 nm の上部および下部 Al_{0.50}Ga_{0.50}N 光閉じ込め層に挟まれた構造である。光励起誘導放出光の測定は、Xe-Cl エキシマレーザ励起色素レーザーの第2高調波(240 nm)を励起光源として、シリンダリカルレンズを用いた端面配置にて行った。

図1に(a) 295 K および(b) 500 K における PL スペクトルの励起パワー密度依存性を示している。いずれの温度においても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明瞭に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。誘導放出のしきい励起パワー密度は、295 K において 19 kW/cm²、500 K において 66 kW/cm² と見積もられた。

図2にしきい励起パワー密度の温度依存性を示している。図中の■は発光層位置最適化前の試料のしきい励起パワー密度であり[1]、●は最適化後の試料のしきい励起パワー密度である。最適化後の試料では、室温以下の結果も併せて示している[2]。最適化後の試料において、しきい励起パワー密度は 450 K までは緩やかに増大しており、450 K と 500 K の間で急激に増大していることが分かる。しきい励起パワー密度から見積もられるしきいキャリア密度は 450 K においても Mott 転移密度(3×10^{18} cm⁻³)と同程度であり、450 K 以下では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, JP20K04585 の援助を受けて行われたものである。

[1] H. Murotani et al., Appl. Phys. Lett. **117**, 162106 (2020).

[2] 田邊他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 10p-Z02-19.

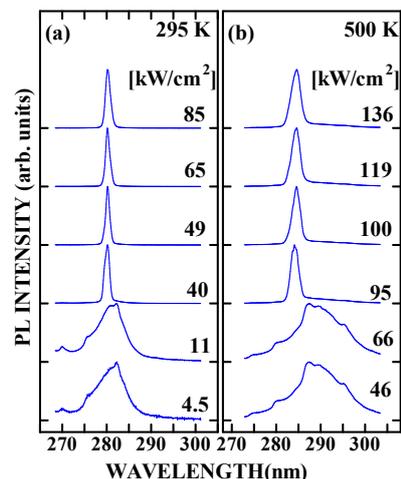


Fig. 1. Excitation power density dependence of PL spectra at (a) 295 K and (b) 500 K taken from AlGa_N UV-C MQW.

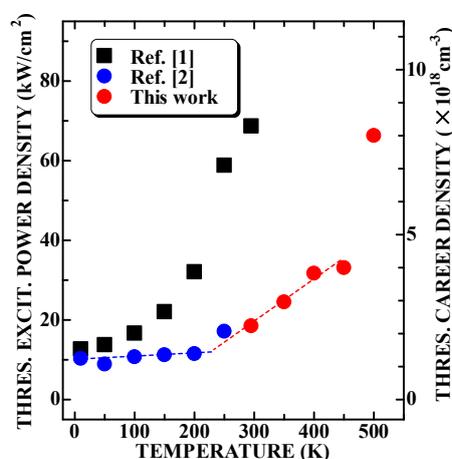


Fig. 2. Temperature dependence of threshold excitation power density taken from AlGa_N-based UVC MQWs.