

AlGaN 量子井戸構造における深紫外誘導放出の温度依存性

Temperature dependence of deep ultraviolet stimulated emission from AlGaN quantum well structures

山口大院・創成科学¹, 徳山高専², 理研³

○田邊凌平¹, 久永桂典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. Tanabe¹, K. Hisanaga¹, A. Hamada¹, K. Beppu¹, S. Kurai¹, H. Murotani²,
N. Maeda³, M. Jo³, H. Hirayama³, and Y. Yamada¹

E-mail: i050vg@yamaguchi-u.ac.jp

AlGaN 系深紫外レーザーは材料加工、医学、高密度記録用光源など様々な分野で応用が期待されている。しかし、現状は実用化に至っておらず、レーザー発振しきい値のさらなる低減が必要である。今回、室温の内部量子効率(IQE)が53%と高効率のAlGaN多重量子井戸(MQW)構造において、低温から室温までの光励起誘導放出のしきい励起パワー密度を評価したので報告する。IQEは励起強度依存フォトルミネッセンス(PL)測定を用いて評価した[1]。

測定に用いた試料は有機金属気相成長法によりc面サファイア基板の上にAlN層、Al_{0.65}Ga_{0.35}N層を介して成長したAlGaN MQW構造である。井戸幅2 nmのAl_{0.45}Ga_{0.55}N、障壁幅8 nmのAl_{0.55}Ga_{0.45}Nを3周期成長させた。PL測定の励起光源にはXe-Clエキシマレーザー励起色素レーザーの第二高調波(240 nm)を用い、10 Kから295 Kまで50 K刻みで測定した。

図1に誘導放出が観測された前後のPLスペクトルを示す。励起パワー密度増大に伴いPLスペクトルはシャープになり非線形的に強度が増大した。図2にしきい励起パワー密度の温度依存性を示す。しきい励起パワー密度は10 Kは13 kW/cm²、295 Kは69 kW/cm²であり、これまでに深紫外域の誘導放出に対して報告されている値としては低いことがわかる。しきい励起パワー密度は温度上昇に伴い指数関数的に増大しているが、200 Kから250 Kの間で増加の割合が不連続になっているように見える。今回の試料の励起子Mott転移密度を計算すると 2.5×10^{18} cm⁻³となる。250 Kのしきい励起パワー密度は59 kW/cm²であり、キャリア密度に換算すると 7.1×10^{18} cm⁻³である。従って、しきいキャリア密度が励起子Mott転移密度を超えた可能性がある。図3に誘導放出光のピークエネルギーの温度依存性を示す。ピークエネルギーは200 K以下ではほぼ一定に対し、250 K以上では大きくブルーシフトしていた。ピークエネルギーを見ても200 Kと250 Kの間で不連続な変化が生じており、誘導放出機構が変化していることを示唆している。250 K以上の誘導放出機構はしきいキャリア密度が励起子Mott転移密度を超えた可能性があるため縮退した電子正孔プラズマによる反転分布によるものと考えられるが、200 K以下では励起子が関与した誘導放出機構であることが示唆される。

[謝辞]本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16H06428 の助成を受けて行われた。

[1]T.Kohno *et al.*, Jpn.J.Appl.Phys.51,072102(2012).

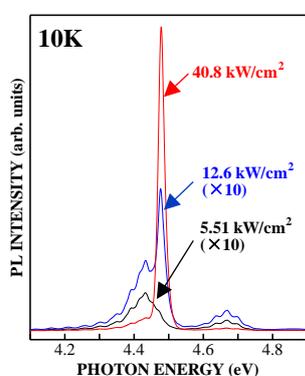


Fig.1 PL spectra before and after stimulated emission was observed.

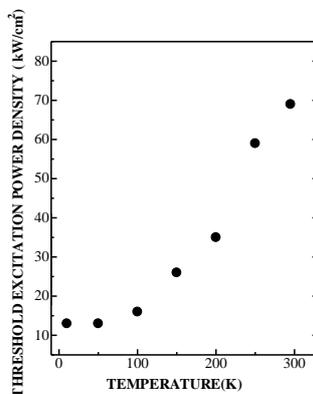


Fig.2 Temperature dependence of threshold excitation power density.

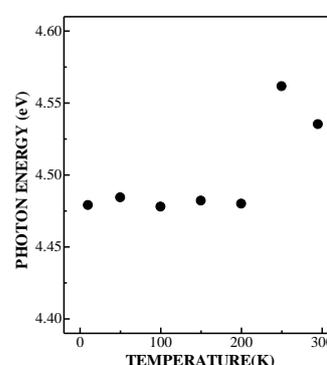


Fig.3 Temperature dependence of stimulated emission peak energy.