

AlGaIn 系 UV-C 多重量子井戸構造の高温誘導放出特性

High-temperature stimulated emission from AlGaIn-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 岡田成仁¹ 室谷英彰² 前田哲利³ M. Ajmal Khan³ 定昌史³平山秀樹³ 山田陽一¹Yamaguchi Univ.¹ NIT, Tokuyama Coll.² RIKEN³A. Hamada,¹ T. Fukuda,¹ S. Kurai,¹ N. Okada,¹ H. Murotani,² N. Maeda,³ M. Ajmal Khan,³ M. Jo,³H. Hirayama,³ and Y. Yamada¹

E-mail: murotani@tokuyama.ac.jp

これまでに我々は、AlGaIn 系 UV-C 多重量子井戸構造(MQW)の光励起誘導放出測定を行い、室温において励起子が関与した光学利得の生成機構に基づくレーザー発振を観測した[1]。さらに、誘導放出特性の温度依存性を評価し、450 K から 500 K の間で光学利得の生成機構が変化することを明らかにした[2]。今回、同様の試料に対して、光励起誘導放出のしきい励起パワー密度の温度依存性を評価し、その特性温度を導出することにより、光学利得の生成機構の熱的安定性について検討したので、その結果について報告する。

図 1 に(a) 400, (b) 450, (c) 500, (d) 550 K における PL スペクトルの励起パワー密度依存性を示す。測定は、励起波長を 240 nm とし、シリンドリカルレンズを用いた端面配置にて行った。550 K においても明瞭な誘導放出ピークが自然放出ピークの短波長側に観測されていることが分かる。また、500 K 以上の PL スペクトルにおいては、450 K 以下と比較して、誘導放出ピークと自然放出ピークとの間隔が増大しており、誘導放出ピークの線幅が増大していることが分かる。これらの結果は、450 K 以下と 500 K 以上では光学利得の生成機構が異なることを示唆している。

図 2 にしきい励起パワー密度の温度依存性を示す。図(a)はしきい励起パワー密度を線形軸、図(b)は対数軸で示したものである。図中の■が本研究によって得られた結果であり、比較のために●および●で我々がこれまでに報告した結果を示している[1, 3]。しきい励起パワー密度は 500 K 以上で急激に増大しており、この結果からも光学利得の生成機構が 450 K から 500 K の間で変化していることが示唆される。図(b)の破線は次の経験式を用いたフィッティング解析の結果である。

$$I_{th}(T) = I_{th0} \exp(T/T_0)$$

ここで、 I_{th0} は定数であり、 T_0 は特性温度である。特性温度は 450 K 以下で 310 K、500 K 以上で 72 K と見積もられた。室温付近での $T_0 = 310$ K という値は、AlGaIn 系 UV-A レーザダイオードで報告されている値[4]よりも 2 倍以上大きく、励起子が関与していると考えられる室温付近の光学利得の生成機構が高い安定性を有することを示している[5]。

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] A. Hamada et al., Technical digest of CGCT-8, C10-09-51.

[2] 濱田他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演, 19a-Z27-9.

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

[4] H. Taketomi et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 05FJ05 (2016).

[5] Y. Yamada et al., Jpn. J. Appl. Phys. **60**, 120503 (2021).

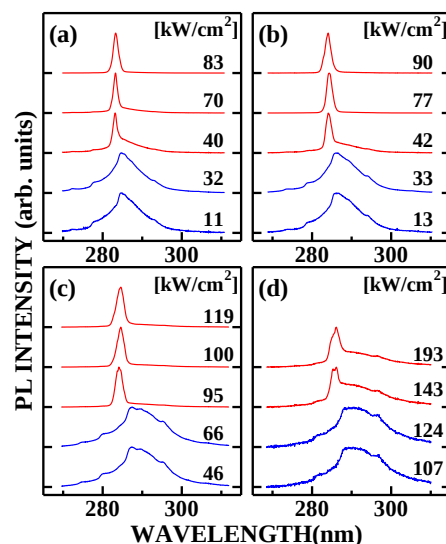


Fig. 1. Excitation power density dependence of PL spectra at (a) 400, (b) 450, (c) 500, and (d) 550 K taken from AlGaIn-based UV-C MQWs.

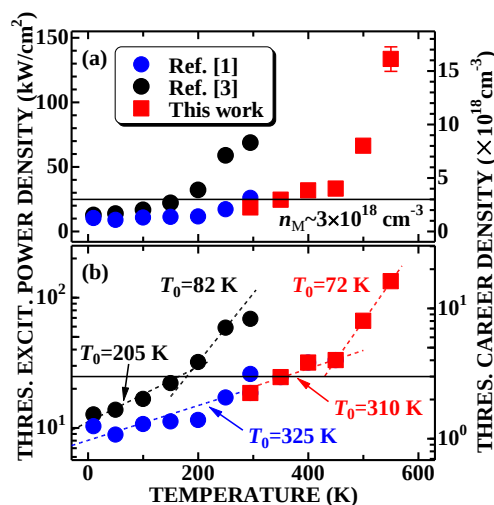


Fig. 2. Temperature dependence of threshold excitation power density for stimulated emission taken from AlGaIn-based UV-C MQWs.