

GaPN 混晶のアップコンバージョン発光へのバンドギャップエネルギーを超える励起光の影響

Influence of above-gap excitation on up-conversion luminescence of GaPN alloys

埼玉大院理工¹ ○(M1)相良 鋼¹, 高宮 健吾¹, 八木 修平¹, 矢口裕之¹

Saitama Univ.¹, ○H. Sagara¹, K. Takamiya¹, S. Yagi¹, H. Yaguchi¹

E-mail: h.sagara@opt.ees.saitama-u.ac.jp

【はじめに】希釈窒化物半導体である GaPN 混晶は、実験・理論[1]から中間バンドの形成が報告されていることから、中間バンド型太陽電池への応用が考えられている半導体材料の一つである。その一方で、GaPN 混晶では、バンドテイルを中間状態とした二段階光吸収によるアップコンバージョン発光[2]が観測されており、バンドテイルを介した光吸収の利用で太陽電池の効率向上も期待される。本講演では、バンドギャップエネルギーよりも低いエネルギー励起(BGE)光だけでなく、高いエネルギー励起(AGE)光でも二段階光吸収が起こっており、アップコンバージョン発光への影響が明らかになったので報告する。

【実験】試料には MOVPE 法によって GaP(001) 基板上に成長した GaPN 混晶を用いた。AGE 光として DPSS レーザー(波長 532 nm)および BGE 光として半導体レーザー(波長 830 nm)を用いてフォトルミネッセンス(PL)測定を温度 10 K で行った。AGE 光は 1 nW~3 mW, BGE 光は 140 μW~42 mW の範囲で測定を行った。

【結果と考察】Fig. 1 に PL 強度の AGE パワー依存性を示す。弱励起では励起強度に比例して PL 強度が増加するが、さらに励起強度を増加させると線形関係から外れて急激に PL 強度が増加し、再び線形的に増加することがわかる。AGE 光によるバンド間吸収に加えて、バンドテイルを介した二段階光吸収の影響を考慮したモデルから導出される式(1)を用いたフィッティング曲線からわかるように、実験結果が説明できることから、AGE 光による二段階光吸収が起こっていることが確かめられた。

AGE 光及び BGE 光を同時に用いた二波長励起 PL 測定から得られた PL 強度の励起強度依存性を Fig. 2 に示す。BGE 光による二段階光吸収に加えて、AGE 光による二段階光吸収を考慮した式(2)からフィッティング曲線(Fig2 の点線)を得た。AGE 光の二段階光吸収を加えた

ことによって同一パラメータで励起強度依存性を全体的に再現することができた。

本研究は JSPS 科研費 JP19H02612 の助成を受けた。

[1] M. Saito *et al.*, 23rd PVSEC (4-P-6) (2013).

[2] H. Yaguchi *et al.*, 13th ICNS (IP-01.07) (2019).

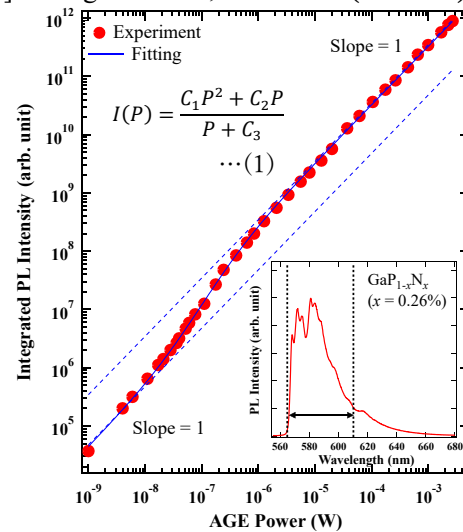


Fig. 1. AGE power dependence of integrated PL intensity.

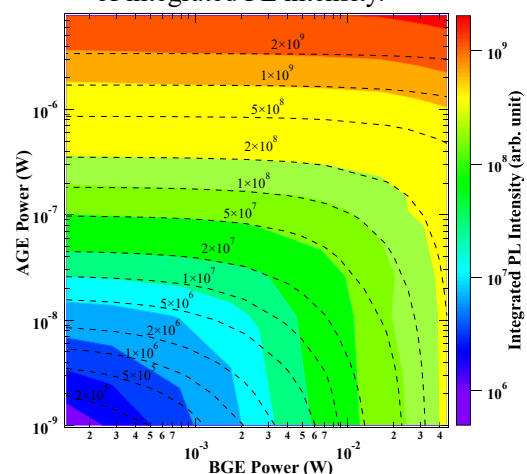


Fig. 2. AGE + BGE power dependence of integrated PL intensity.

$$I(P) = \frac{C_1 P_{BGE}^2 + C_2 P_{AGE} P_{BGE} + C_3 P_{AGE} + C_4 P_{AGE}^2}{P_{BGE} + C_5 P_{AGE} + C_6} \quad \dots(2)$$