

伝導帯/中間バンド励起による GaPN 混晶のキャリア再結合過程の光学的評価

Optical Characterization of Carrier Recombination Processes in GaPN Alloy
by Selecting Conduction-Band / Intermediate-Band Excitation

埼玉大院理工 ○根岸 知華, ドゥラル ハク, 福田 武司, 鎌田 憲彦, 矢口 裕之

Saitama Univ., °Chika Negishi, Md Dulal Haque, Takeshi Fukuda, Norihiko Kamata, Hiroyuki Yaguchi

E-mail: c.negishi.689@ms.saitama-u.ac.jp

はじめに

窒素添加量の増加に伴い GaPN に形成される中間バンド (IB) を IB 型太陽電池へ応用するためには、IB を介したキャリア再結合準位の評価と低減化が必要不可欠である。IB 励起での 2 波長励起フォトルミネッセンス法によるキャリア再結合準位の検出 [1] に続き、伝導帯励起での測定を行い、相互の比較を通して GaPN 混晶のキャリア再結合準位分布を検討した。

実験方法

試料は (100)GaP 基板上に MOVPE 成長した GaPN 混晶 (N : 0.75%) であり [2]、Above-Gap 励起光 $h\nu_{AGE-I}=2.38$ eV では価電子帯 (VB) -IB、 $h\nu_{AGE-C}=3.49$ eV では VB-伝導帯 (CB) 間の励起を選択できる。Below-Gap 励起光 ($h\nu_{BGE}=0.80, 0.93, 1.17$ および 1.26 eV) の ON/OFF 時の IB-PL 強度 $I_{AGE+BGE}$ および I_{AGE} を測定し、それらの比である規格化 PL 強度 $I_N = I_{AGE+BGE}/I_{AGE}$ を BGE 効果の指標とした。 I_N の 1 からのずれはキャリア再結合準位の存在を意味し、温度効果とは異なることが示されている [3]。

結果・考察

温度 5 K、CB 励起では基板、バッファ層の PL はなく、IB 発光スペクトルの高エネルギー側が増大する (Fig. 1)。また BGE 効果の BGE エネルギー依存性は、AGE が IB 励起か CB 励起かで異なり、後者では $h\nu_{BGE}=1.26$ eV で顕著な増加を示した (Fig. 2)。

これらの結果は VB-IB-CB 間における複数のキャリア再結合準位の存在を示している。AGE および BGE エネルギー依存性、温度依存性の結果を合わせて、GaPN 混晶中の IB に関わるキャリア再結合準位の分布と、各準位の分離評価が可能と考えられる。

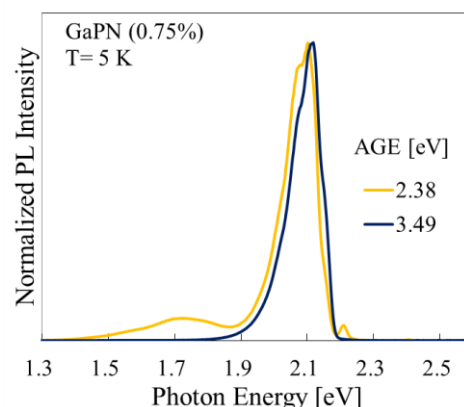


Fig. 1 PL spectra under the IB and the CB excitation.

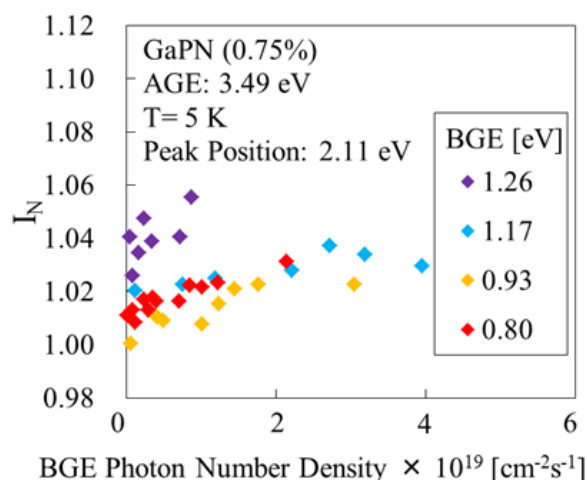


Fig. 2 BGE energy dependence of the normalized PL intensity I_N for 2.11 eV peak.

[1] 根岸他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 14a-411-13, パシフィコ横浜, (2017.3)

[2] A. Islam et al., Appl. Phys. Express, 6 (2013) 092401.

[3] N. Kamata et al., Phys. Stat. Sol. B, 1-5 (2016) / DOI 10.1002/pssb.201600566.