

InP 基板上への中赤外発光 InAs/GaAsSb type-II 超格子構造の MBE 成長

Mid-infrared emitting InAs/GaAsSb type-II super-lattice structures on InP substrate by MBE

電気通信大学 基盤理工学専攻

○(M2)外川 開斗, 宇野 江, 山口 浩一

Univ. of Electro-Communications

○Kaito Togawa, Ko Uno, Koichi Yamaguchi

E-mail : kai_toga0324@crystal.ee.uec.ac.jp

【はじめに】中赤外領域(2.5-4 μm)の高効率・高性能の半導体発光デバイスの開発は、多くの気体分子や生体構造の分析における小型・低コスト・高感度化に向けて期待されている。現在の中赤外領域の発光デバイスは GaSb や InAs のナローバンドギャップ半導体基板上に作製されたものが多いが、熱的安定性やオージェ再結合などの問題を解決するために、ワイドバンドギャップ半導体基板上への作製技術の開発が活発に進められている[1]。本研究では、InP 基板上への InAs(Sb)系の 3 μm 帯発光素子の開発に向けて検討を進めており[2]、今回は InAs/GaAsSb type-II 超格子構造の導入について検討したので報告する。

【実験】MBE により、InP(001)基板上に $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}(300\text{ nm})/\text{In}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}\text{As}(300\text{ nm})/\text{In}_{0.75}\text{Ga}_{0.25}\text{As}(300\text{ nm})$ の組成変調バッファ層を 500°C で成長した後、InAs/GaAsSb type-II 超格子構造を 485°C で成長した。その後、 $\text{In}_{0.75}\text{Ga}_{0.25}\text{As}(300\text{ nm})$ または $\text{In}_{0.75}\text{Ga}_{0.25}\text{As}(100\text{ nm})/\text{In}_{0.65}\text{Ga}_{0.35}\text{As}(100\text{ nm})/\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}(100\text{ nm})$ キャップ層を 485°C で成長した。Fig.1 に試料構造を示す。フォトルミネッセンス(PL)測定では、励起波長 635 nm の半導体レーザ(100 mW)の光源と FT-IR 検出器を用いた。

【結果・考察】活性層として $[\text{InAs}(10\text{ nm})/\text{GaAsSb}(10\text{ nm})] \times 1$ (試料(a)) および $[\text{InAs}(1\text{ nm})/\text{GaAsSb}(1\text{ nm})] \times 2.5$ (試料(b)) を成長した試料の PL スペクトルの温度特性をそれぞれ Fig. 2(a),(b)に示す。15 K でのピーク波長は 2.65 μm (試料(a)) と 2.55 μm (試料(b)) で、試料(b)の PL 強度は試料(a)の約 2.3 倍も高くなった。温度上昇に伴い、試料(b)の PL ピーク波長は red-shift するが、試料(a)では blue-shift することが分かった。両試料の InAs/GaAsSb ヘテロ構造は type-II 型であるが、試料(a)では温度上昇に伴って type-I 遷移が支配的になり、blue-shift が観測されたものと考えられる。また、試料(b)における PL 強度の増大は、組成変調キャップ層の導入による格子歪の低減、キャリア閉じ込め効果および超格子化による波動関数の重なりによると考えられる。

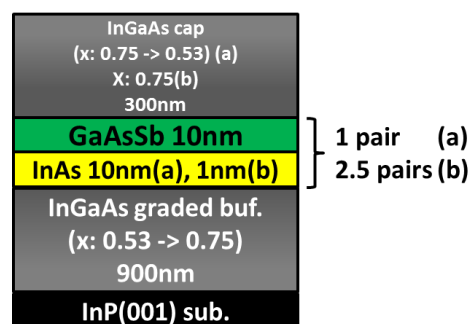


Fig.1. Sample structure.

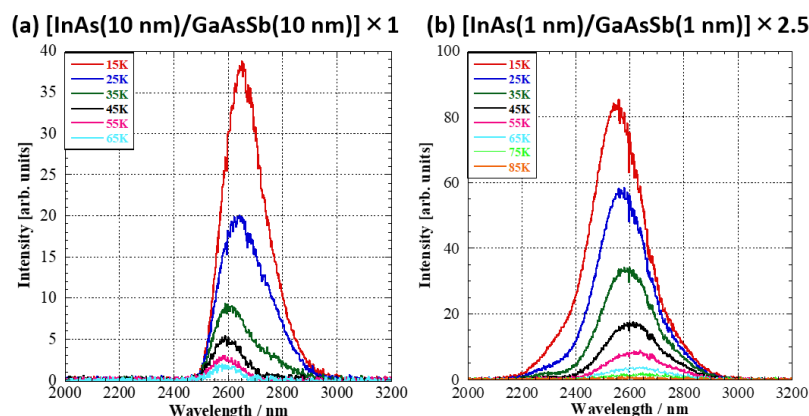


Fig.2. Temperature dependences of PL spectra of InAs/GaAsSb SL structures ([InAs(10 nm)/GaAsSb(10 nm)]x1(a), [InAs(1 nm)/GaAsSb(1 nm)]x2.5(b)).

参考文献

[1] J. Y. Huand, L. J. Kuench, et al, J. Phys. **42**, 025108 (2009).

[2] 永井, 外川, 山口, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 16a-B9-9 (2016).