MOVPE 法で作製した InAs/GaSb 超格子の中赤外 PL ピークエネルギーの温度依存性

Temperature dependence of mid-infrared PL peak energy of InAs/GaSb superlattices grown by MOVPE

宮崎大工 [1]，北海道大 [2]　°大濱 寛士 [1]，前田 幸治 [1]，藤澤 剛 [2],今村 優希 [1], 荒井 昌和 [1],
Univ. of Miyazaki [1], Hokkaido Univ.[2], °Tomohito Ohama[1] , Koji Maeda[1], Takeshi Fujisawa[2],
Yuki Imamura[1], Masakazu Arai[1]
E-mail: hk15010@student.miyazaki-u.ac.jp

1.　はじめに

波長 2-10 μm の中赤外帯域には CO、CO_2 などの分子振動の吸収線が存在する。これを利用したガスの選択的な検出のための半導体レーザや受光素子が期待されている。この領域の検出素子として InAs/GaSb タイプⅡ超格子構造(SL)が注目されている。この系では発光(吸収)波長は InAs 層の厚さを変えることにより 3 μm から 32 μm までカバーできる[1]。一方、SL を用いて室温以上で中赤外発光する素子の構造については未解明の点が多い。今回は、フォトルミネッセンス(PL)の温度依存性を測定し、SL 構造との関係性を調査した。

2.　試料作製と評価方法

試料は MOVPE 法を用いて、InAs 基板上に InAs のバッファ層を成長後に InAs/GaSb SL を 15 層積層した。バッファ層と超格子はそれぞれ 600 ℃と 500 ℃で成長させた。InAs 層と GaSb 層の層厚は XRD 結果より、それぞれ 2.8 nm と 13.4 nm であった。PL 測定は励起光源として Nd:YAG レーザ 25 mW(波長 532 nm)、InSb 検出器を使用し、試料温度は 11~300 K で行った。

また、各層に不純物がないと仮定し、kp 摂動法により量子準位を求め、すべてのサブバンド間の組み合わせについての遷移から PL スペクトルを算出し、そのピーク波長を計算値とした。[2]

3.　結果と考察

Fig.1 に PL 測定から得られたピークエネルギーと計算結果の温度依存を示す。11 K では 0.27 eV 付近に Peak A が表れ、温度上昇に伴いレッドシフトを示し、150 K 付近まで発光を確認した。また、90 K 以上では 0.29 eV 付近に Peak B が表れ、温度にあまり依存せず、室温で 0.29 eV での発光を確認した。しかし、Peak B の位置が CO_2 の吸収帯とちょうど重なったため、ピーク位置は正確に求められなかった。

Peak A は温度依存性が計算値とはほぼ一致したため、超格子ミニバンド間の第 1 量子準位間の発光であると考えられる。室温まで発光した Peak B は高次準位のミニバンド間の発光と考えられるが、発光エネルギー値や温度依存性が計算値とよくは一致せず詳細な発光遷移は不明である。このような高次準位のバンド間遷移を室温での中赤外発光素子に利用することができる可能性がある。

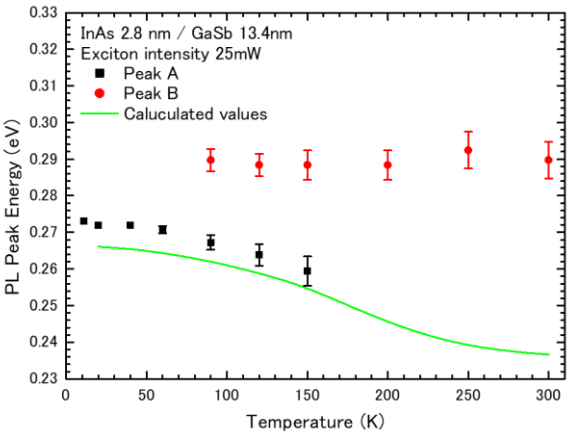

Fig.1 Temperature dependence of PL peak energy of SL (InAs 2.8 nm / GaSb 13.4 nm).

参考文献

[1] R. Rehm, *et al.* ,Infrared Phys. Tech. 59, 6-11 (2013).
[2] T. Fujisawa, *et al*, IEEE, Quantum Electron, 45, pp.1183-1191, (2009).