

面内超高密度 InAs 量子ドット層における中間バンド形成

Formation of Intermediate Band in In-Plane Ultrahigh-Density InAs QD Layer

電気通信大学 基盤理工学専攻 [○](B)加藤 彬紘, 立木 象, 山口 浩一

Univ. of Electro-Comm. [○]Akihiro Kato, Sho Tatsugi, Koichi Yamaguchi

E-mail: akihiro@uec.ac.jp

はじめに 量子ドット(QD)の中間バンド型太陽電池(IBSC)への応用では、縦型 QD 超格子構造に関するものが多いが、我々は、Sb 導入法による面内超高密度(IP-UHD) InAs QD 層の形成技術を開発し[1]、その IBSC 応用について検討を進めている[2]。QD 層のない通常の GaAs 単接合太陽電池において、電極間距離が比較的広い(500 μm 以上)場合には、集光度を上げると電極間の横方向電圧降下の影響によって曲線因子(FF)が低下した。しかし、IP-UHD-QD 層を導入した IBSC では、QD 層を通したキャリアの面内輸送効果により、集光倍率を増加しても FF の低下が抑制され、変換効率が高くなることを初めて示した[2]。今回は、IP-UHD InAs QD 層の発光特性から、IP-UHD-QD 層の面内における電子的強結合による中間バンド化について検討を加えたので報告する。

実験 MBE により、GaAs(001)基板上に GaAs バッファ層を成長した後、460 $^{\circ}\text{C}$ で InAsSb 濡れ層(1.27 ML)および InAs (0.97 ML)を成長した。QD 密度は $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ である。QD 層は GaAs cap 層(60 nm)で埋め込み成長した。励起光には半導体レーザ・分光した白色ファイバーレーザ光を用い、時間分解 μ -PL 測定システムにより PL スペクトルの温度特性測定および光伝導測定を行った。

結果・考察 Fig.1(a)は IP-UHD QD 試料の PL スペクトルの温度依存性で、Fig.1(b)には低エネルギーの tail (立ち上がり) エネルギーの温度依存性を示した。通常の低密度 QD 試料 ($4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$) では、Varshni シフトに沿った温度変化を示したが、IP-UHD-QD 試料では、80-220 K にかけてバンドギャップの Varshni シフトに加えて 28 meV の大きなレッドシフトが観測された。温度上昇とともに QD の準位の均一幅が広がり、QD 間の量子準位の重なり(強結合)によってバンド化が面内に広く形成されたものと考えられる。

参考文献 [1] K. Sameshima *et al.*, *Appl. Phys. Express* **9** (2016) 075501. [2] R. Suzuki *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, (2019) 071004.

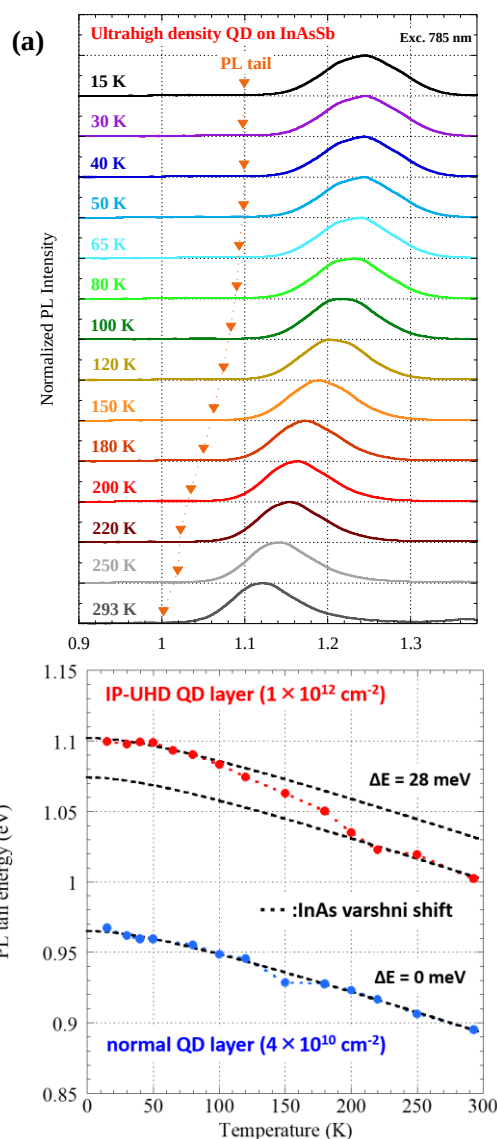


Fig.1. Temperature dependences of PL spectra (a) and PL tail energy (b) of IP-UHD InAs QDs (red) and low-density InAs QDs (blue).