InGaAs 多重積層量子ドットにおけるキャリアの 2 段階励起過程

Cascade process of carrier in InGaAs multi stacked quantum dots without strain balancing

愛知工大 [1]，産総研 [2]，○五島敬史郎 [1], 犬飼圭裕 [1], 津田紀生 [1]，菅谷武芳 [2]

AIT[1], AIST[2], ○K. Goshima[1], K.Inukai[1], N. Tsuda[1], T. sugaya[2],

E－mail: ke- goshima@aitech.ac.jp[2]

1． はじめに

自己組織化 InGaAs 量子ドットを用いたデバイス応用として、高効率太陽電池、高効率半導体レーザ、量子暗号通信等が考えられている。これらのデバイスを実現するためには、ドットを上下に重ねた構造を持つ積層化技術が重要である。積層化においては、上下ドット間に歪み補償技術を取り入れた方法では中間層は厚くなる傾向にある。ドットの結合状態やトンネル効果などの量子効果を強く引き出すためには中間層の薄膜化が重要である。我々は中間層の薄い多重積層を実現する為に歪み補償を用いない方法で作成した [1)]。この多重積層ドットにおいて、2 波長励起手法により中間層が薄いサンプルに形成されたサブバンドを経由したキャリアの 2 段階励起過程を調べたのでご報告する。

2. 実験

GaAs(001)基版を用い、InGaAs/GaAs 量子ドット積層構造を 10 層積層した。上下の量子ドット間距離は d=15nm、d=7nm、d=3.5nm のサンプルを用いた。フォトルミネッセンス（PL）測定において、サンプルはクライオスタッドで 10K に冷却し、分光器を通して発光を観測した。励起光源は 2 波長励起とした。780nm のパルスレーザ、および 1300nm の CW レーザの 2 つを使用し、サンプル上の同一位置に照射した。

3. 結果および考察

Fig.1,および Fig.2.は、ドット間距離 d=15、7nm,の 2 波長励起 PL スペクトルを示したものである。d=15nm では、1 波長励起でも 2 波長励起でも PL スペクトルに大きな変化はみられていない。しかし d=7nm のサンプルにおいては 2 波長励起の場合のみ PL 強度の低下がみられた。この理由として、d=7nm のサンプルは結合効果によりサブバンド準位が形成されていると考えられる。780nm パルスレーザによって電子が GaAs 伝導帯に遷移する、そしてドット内のサブバンド準位に緩和する。加えて 1300nm レーザによって電子はサブバンド準位から GaAs 伝導帯に再遷移される。その結果量子ドット発光再結合が減少し PL 強度が低下したと考えられる。一方、d=15nm では、サブバンドが形成されていない為 PL に変化が生じないと考えられる。

[1)]T. Sugaya,et.al, J. Vac. Sci. Technol. B, Vol. 28, No. 3, pp.C3C4-C3C8, 2010.

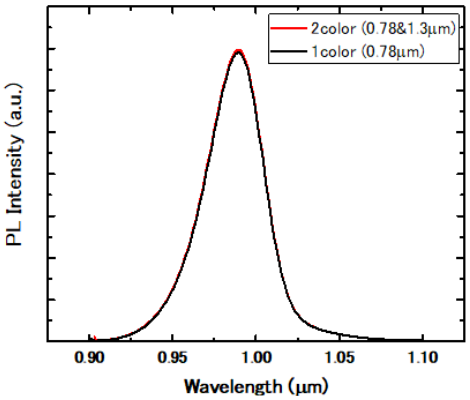

Fig.1. PL spectra of 1color and 2color excitation (d= 15nm)

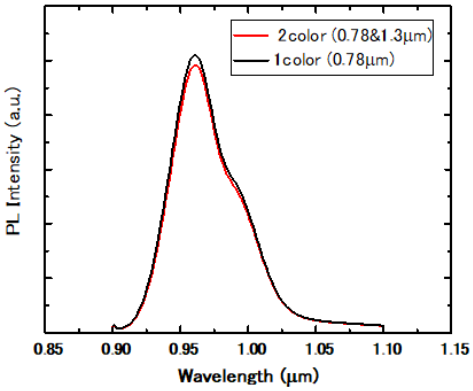

Fig.2. PL spectra of 1color and 2color excitation (d= 7nm)