17p-E15-4

InP(311)B 基板上低密度 InAs 量子ドットの発光ダイナミクス

Photoluminescence Dynamics of Low-Density InAs Quantum Dots on InP(311)B Substrate

慶應義塾大学 [1], 情報通信研究機構 [2],　神戸大学 [3]
○小西 広一郎 [1], 髙熊 亨 [1], 赤羽 浩一 [2], 小島 磨 [3], 早瀬 潤子 [1]
Keio Univ. [1], NICT [2], Kobe Univ. [3]
°Koichiro Konishi[1], Toru Takakuma, Kouichi Akahane[2], Osamu Kojima[3], Junko Ishi-Hayase[1]
E-mail: hayase@ appi.keio.ac.jp

【背景・目的】InP(311)B 基板上 InAs 量子ドット(QD)は、比較的容易に通信波長帯での発光を実現可能であるため、情報通信に用いられる光デバイスへの応用が期待される。一般的に InP(311)B 基板上 InAs QD は高密度に形成する傾向があるが[1]、近年高温成長条件において低密度な InAs QD を InP(311)B 基板上で作製する研究が行われており[2, 3]、単一光子源やもつれ合い光子源として注目されている。しかし、InP(311)B 基板上の低密度 InAs QD の研究は数が少なく、光デバイスへの応用において重要である発光ダイナミクスは明らかになっていない。今回我々は、高温成長条件にて InP(311)B 基板上に低密度な InAs QD を作製し、発光の温度依存性の測定を行って発光ダイナミクスの解明を試みたので報告する。

【実験結果】サンプルは、分子線エピタキシーを用いて作製した。InP(311)B 基板上で成長を行い、$In_{0.52}Ga_{0.24}Al_{0.24}As$ バリア層によって InAs QD 層を閉じ込めた。QD 層は、低密度にするために成長速度 0.104 ML/s、成長温度 540 °C、成長量 5 ML の条件で成長させた。QD 密度は 8.0×10^{9} /cm^{2}、平均高さと[-233]方向の平均長さはそれぞれ、6.1 nm と 69 nm であった。図は発光測定によって得られた(a)発光寿命、(b)発光積分強度、(c)発光ピークエネルギー、不均一幅の温度依存性を示している。(a), (b)の結果を Arrhenius の式でフィッティングを行った結果、活性化エネルギーはそれぞれ(a)14.6 meV と 96 meV、(b)15.3 meV と 86 meV であり、活性化エネルギーが二つ存在することや、これらの値が(a), (b)でほぼ一致することが分かった。これらの活性化エネルギーの起源は各々、励起子励起状態および濡れ層へのキャリアの励起であると考えられる。また(c)の結果より、QD 内における励起子の局在化と濡れ層を介した QD 間のキャリアのやり取りが示唆された。励起子の局在は QD サイズが大きくなったため生じたものと考えられる。

謝辞: 本研究の一部は、最先端・次世代研究開発支援プログラムと NEDO 革新型太陽光発電国際拠点整備事業日欧共同開発（神戸大学・喜多 隆）の支援を受けて行われた。

[1] K. Akahane *et al.*, Phys. Stat. Solidi (a), **208**, 2 (2011).
[2] K. Akahane *et al.*, J. Cryst. Growth, **378,** 450 (2013).
[3] K. Konishi *et al.*, SSDM2013, PS-9-2, Hukuoka, Japan (2013).

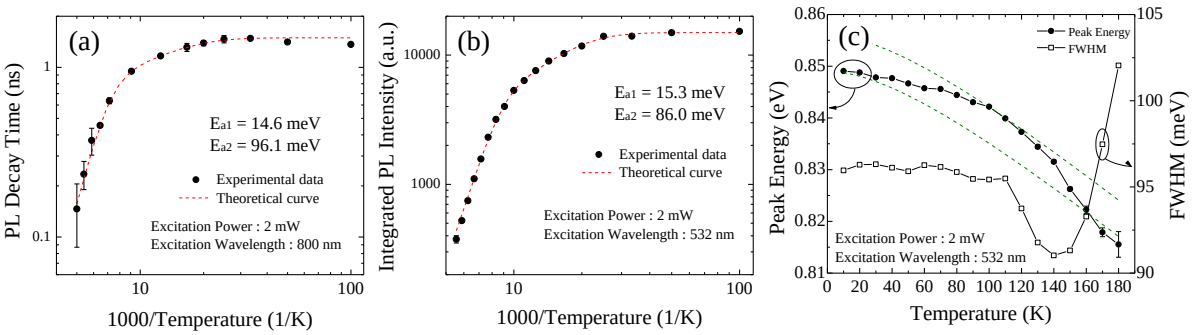

図　各温度における(a)発光ピークでの発光寿命(b)発光積分強度(c)発光ピークエネルギーと不均一幅。(a), (b)の破線は Arrhenius の式によるフィッティング曲線、(c)における破線は InAs のバンドギャップの温度変化を Varshni 則に従ってプロットしたものである。

© 2014 年　応用物理学会