

発光波長制御された In-flushed-QD の積層成長による 1 ミクロン帯広帯域発光 Growth of stacked In-flushed-QD layers emitting at 1 μ m with a broadband spectrum

和歌山大シス工¹, NEC², 物材機構³○日野雄司¹, 尾崎信彦¹, 大河内俊介², 池田直樹³, 杉本喜正³Wakayama Univ.¹, NEC Corp.², NIMS³○Y. Hino¹, N. Ozaki¹, S. Ohkouchi², N. Ikeda³, Y. Sugimoto³

E-mail: ozaki@sys.wakayama-u.ac.jp

【はじめに】我々はこれまで、光コヒーレンストモグラフィー(OCT)用広帯域光源への応用を目指し、In-flush 法を用いた自己組織化 InAs 量子ドット(QD)の 1 μ m 帯への発光波長制御と発光強度の最適化について報告した[1-3]。その結果、In-flush 法で波長制御された QD を用いて、生体透過率の高い 1 μ m 帯における広帯域光源実現の可能性を示した。そこで今回、これまでの結果を踏まえ、異なる発光中心波長を持ち、かつ発光強度が均等となるように In-flush 条件を変えた QD を複数積層した試料を作製し、発光波長 1 μ m 帯かつ広帯域な発光スペクトルを得たので報告する。

【実験】MBE 法により GaAs 基板上に InAs-QD を成長後、発光波長を 1 μ m 帯へ短波長化させるために厚さ(d_{cap})1~2nm 程度の GaAs-cap 層を積層して In-flush を行った QD 層を三層積層した試料を作製した。 d_{cap} を変えることによって発光中心波長を制御し、また各 QD 層の発光強度を均等にするために、 d_{cap} の薄い QD 層に対して In-flush 時の基板温度上昇値(ΔT) を約 30~40°C に低下させることで発光強度減少を抑制した[1, 2]。Fig.1 に作製した試料の断面模式図と TEM 観察像を示す。作製したサンプルは室温でのフォトルミネッセンス(PL)測定 (励起光源は He-Ne レーザー) により評価を行った。

【結果】Fig.2 に、In-flushed-QD 積層サンプルから得られた PL スペクトルを示す。中心波長約 1.09 μ m、半値幅約 92nm の広帯域な発光スペクトルが得られ、QD 層 1 層のスペクトル半値幅約 40~50nm に対し、40nm 以上の広帯域化が達成された。OCT の光軸方向分解能であるコヒーレンス長($l_c=0.44\lambda_0^2/\Delta\lambda$)は約 5.7 μ m となり、高い分解能が期待できる結果となった。また、発光スペクトル中にディップが存在せず、比較的スムーズなガウシアン形状に近いものが得られた。スペクトルをフーリエ変換したコヒーレンス関数を Fig.2 の挿入図に示す。OCT 光源のスペクトル中にディップなどの凹凸がある場合は、コヒーレンス関数内にサイドローブが発生し、OCT 画像取得時のノイズの原因となる[4]が、今回得られたコヒーレンス関数にはそのようなサイドローブがなく、高品質な OCT 画像取得に有用であると考えられる。以上から、発光波長および強度が最適化された In-flushed-QD の積層によって 1 μ m 帯での広帯域かつガウシアンライクな発光が得られ、OCT 高性能化への寄与が期待できる結果が得られた。

【謝辞】本研究はカシオ科学振興財団およびキャノン財団の研究助成を受けて実施した。また、TEM 試料作製及び観察は文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(NIMS 微細加工プラットフォーム) および東北大学金属材料研究所研究部共同利用研究によって実施された。

[1] Y. Hino *et al.*, J. Crystal Growth, *in press*. [2] 日野雄司他、第 73 回応用物理学会学術講演会 12p-PB11-8

[3] 日野雄司他、第 59 回応用物理学関係連合講演会 17p-DP3-15 [4] C. Akcay, *et al.*, Appl. Opt. **41**, 5256 (2002).

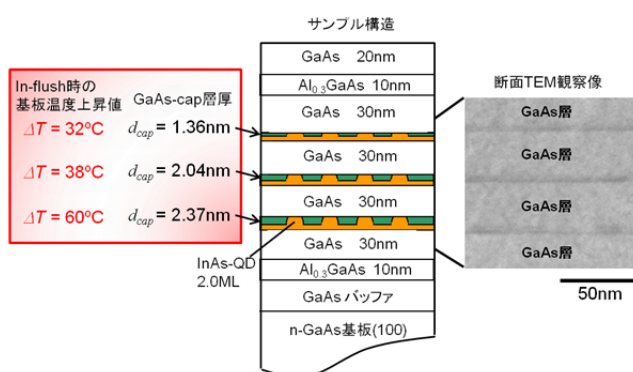


Fig.1 Schematic profile image and cross-sectional TEM image of the grown sample including 3 stacked In-flushed-QD layers.

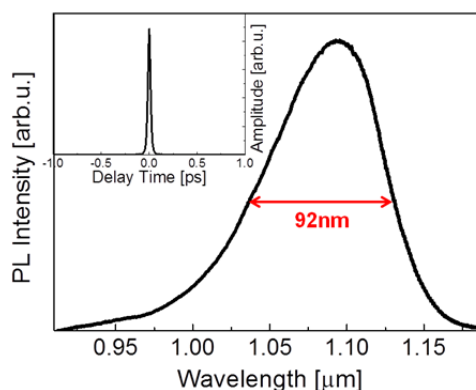


Fig.2 PL spectrum and coherence function obtained from the sample shown in Fig. 1.