

多色 InAs/GaAs 量子ドットによる近赤外広帯域 SLD 光源の作製

Broadband near-infrared SLD based on stacked multi-color InAs/GaAs quantum dots

和歌山大シスエ¹, NEC², 物材機構³, シェフィールド大⁴○保田拓磨¹, 尾崎信彦¹, 大河内俊介², 池田直樹³, 渡辺英一郎³, 杉本喜正³, R. A. Hogg⁴
Wakayama Univ.¹, NEC Corp.², NIMS³, Univ. Sheffield⁴○T. Yasuda¹, N. Ozaki¹, S. Ohkouchi², N. Ikeda³, E. Watanabe³, Y. Sugimoto³, R. A. Hogg⁴

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

【はじめに】光コヒーレンストモグラフィ(OCT)は非侵襲な生体・医療用断層イメージング技術であり、生体内吸収が少ない近赤外波長域において低コヒーレンス(広帯域)な光源を用いることで高分解能と高深達度を得ることができる。我々はこれまでに、OCT 光源に有用な発光材料として期待される InAs 量子ドット(QD)の発光波長制御技術を開発してきた[1-3]。今回、歪緩和層(SRL)導入により 1.2-1.3 μm にかけて発光中心波長を制御した InAs-QD を融合し、OCT 光源として実用的な広帯域 SLD(superluminescent diode)素子を作製した。

【実験】サンプルは分子線エピタキシー(MBE)法により作製した。GaAs 基板上に S-K モードで InAs-QD を成長し、成長後の QD に SRL として In_{0.2}Ga_{0.8}As 層を異なる厚み(0, 1.3, 2.4, 4.1 nm)で積層した QD 層を 240nm 厚の GaAs 活性層内に 4 層積層(48 nm 間隔)した。活性層を厚さ 1.5 μm の p-/n-Al_{0.35}Ga_{0.65}As クラッド層で挟み、サンプル成長後にフォトリソグラフィとドライエッチングによりリッジ型導波路(RWG)を形成した。RWG の高さ、幅は約 2.0、25 μm であり、長さは約 1mm とした。n 層側電極は Ti/Pt/Au、p 層側電極は Ni/AuGe/Ni/Au を用いた。作製した RWG からのエレクトロルミネッセンス(EL)を室温にて測定した。

【結果】Fig. 1 に注入電流密度(J)に対する EL スペクトルを示す。波長制御された InAs-QDs による広帯域な発光が得られ、 $J=36.8\text{A}/\text{cm}^2$ で EL の帯域幅は約 140nm であった。発光中心波長は基底準位(GS)間発光で約 1220~1300nm、第一励起準位間(ES)発光で約 1150~1200nm である。 J に対する EL 積分強度プロットを Fig. 2 に示す。積分強度が J に対し superlinear な増加を示しており、SLD の特性が現れていると考えられる。また、特定の発光波長における EL 強度も J に対し superlinear な関係を示し、 $J < 30\text{A}/\text{cm}^2$ においては GS 発光の gain が ES 発光の gain よりも大きく、 $J \geq 30\text{A}/\text{cm}^2$ では逆に ES 発光の gain が増加した。キャリア注入により GS のフィリングが起き、次いで ES からの発光が強くなった結果と考えられる。以上の結果から、QD ベースの SLD 発光が確認できた。

【謝辞】本研究は、科研費(23760015, 25286052)およびキャノン財団の助成を受けた。また、微細加工は NIMS 微細加工プラットフォームの支援を受けて実施された。

References

- [1] N. Ozaki *et al.*, IEICE Trans. Electron. **E95-C** 247 (2012). [2] Y. Hino *et al.*, JCG *in press*.
[3]中谷擁平他 第 60 回応用物理学会 2013 春季学術講演会 29a-PB7-2

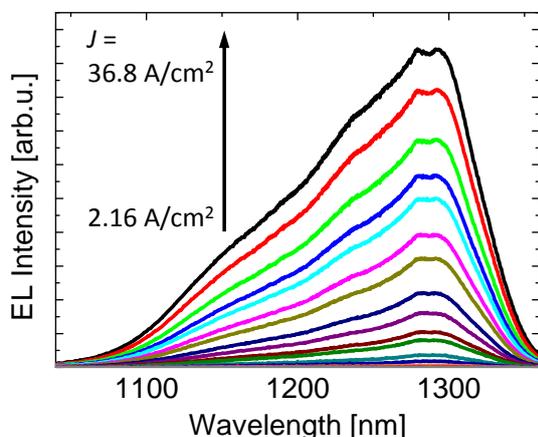


Fig. 1 EL spectra from a fabricated RWG including 4-stacked multi-color InAs-QDs with different J .

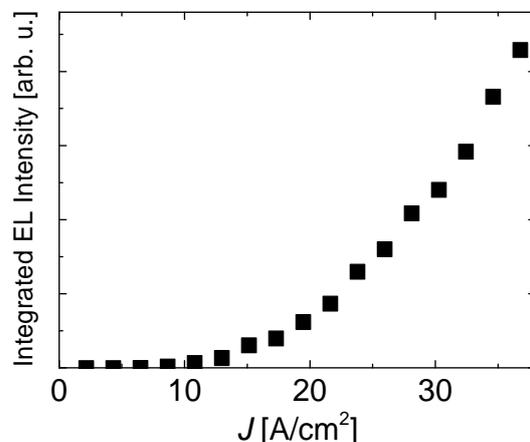


Fig. 2 Integrated EL intensities plotted against J .