

多波長 InAs 量子ドットの高次励起準位間発光を用いた 電流注入型超広帯域近赤外光源

Ultra-broadband near-infrared light source using excited state emissions of multiple InAs 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, 柴田弘¹, 大河内俊介², 池田直樹³, 大里啓孝³,

渡辺英一郎³, 杉本喜正³, R. A. Hogg⁴, 尾崎信彦¹

Wakayama Univ.¹, NEC Corp.², NIMS³, Univ. Sheffield⁴

○T. Yasuda¹, H. Shibata¹, S. Ohkouchi², N. Ikeda³, H. Ohsato³, E. Watanabe³, Y. Sugimoto³, R. A. Hogg⁴, N. Ozaki¹

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

【はじめに】近赤外広帯域光源は WDM システムやファイバジャイロスコープなど様々な応用用途があるが、近年、光コヒーレンストモグラフィー(OCT)への応用が進められている。OCT とは生体・医療イメージング技術のひとつで、近赤外の広帯域(低コヒーレンス)光干渉により高到達深度かつ高分解な断層画像を非侵襲的に取得可能である[1]。現状の市販 OCT は 10 μm 程度の分解能であるが、最近ではより微小な細胞レベルの構造観察のため、数 μm オーダーの分解能が求められてきている。我々は、この要求に応えるべく、サイズ分布により広帯域な発光を示す InAs 量子ドット(QD)を発光材料とした OCT 用近赤外広帯域光源の開発を行っている[2-4]。今回、QD の高次の離散準位間発光を活用し、帯域 227 nm の超広帯域近赤外発光を示す多波長 InAs-QD ベースの光源作製に成功したので報告する。

【実験】厚さ 240 nm の GaAs 活性層内に発光中心波長を変えた InAs-QD を 4 層(48 nm 間隔)含むサンプルを n+-GaAs(100)基板上に分子線エピタキシー(MBE)法により成長した。各層の QD は異なる厚み(0~4 nm)の歪緩和層により発光中心波長を制御し(基底準位 GS: 1220~1300 nm、第一励起準位 ES1:1150~1200 nm、第二励起準位 ES2: 1000~1100 nm)、活性層は厚さ 1.5 μm の p-/n-Al_{0.35}Ga_{0.65}As クラッド層で挟んだ。成長後、フォトリソグラフィとドライエッチングにより幅 5 μm のリッジ型導波路(RWG)を形成し、電極蒸着後、劈開により長さ 4 mm のチップを作製した。電流注入領域を出射端付近の導波路上約 1mm に限定することで、後退光を吸収し、チップ内での発振を抑えた。作製したチップ出射端からのエレクトロルミネッセンス(EL) を室温にて評価した。

【結果】Fig.1 に、得られた EL スペクトルを異なる注入電流値(I)ごとに示す。 I 増加と共に短波長の発光が寄与し、 $I=300$ mA にて帯域 227 nm の超広帯域な EL スペクトルが得られた。これらは QD の離散準位の低エネルギーから高エネルギーに徐々にキャリアが供給され、それぞれ GS、ES1、ES2 間での発光が I とともに増加した結果と考えられる。また、 $I=300$ mA での EL スペクトルをフーリエ変換して得られたコヒーレンス関数を Fig.2 に示す。コヒーレンス関数の半値半幅より OCT の光軸方向分解能が見積もられる。その結果、分解能は 2.4 μm となり、多波長 QD ベースの広帯域光源により、一般的な OCT に比べ 4 倍程度高分解能な OCT の実現が期待される結果となった。

【謝辞】本研究は、科研費(25286052)、キャノン財団、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。[1] D. Huang *et al*, Science **254**, 1178 (1991). [2] N. Ozaki *et al.*, APL **103**, 051121 (2013). [3] N. Ozaki *et al.*, JJAP **53**, 04EG10 (2014). [4] 保田拓磨他、2014 春季応用物理学会 17p-E11-10

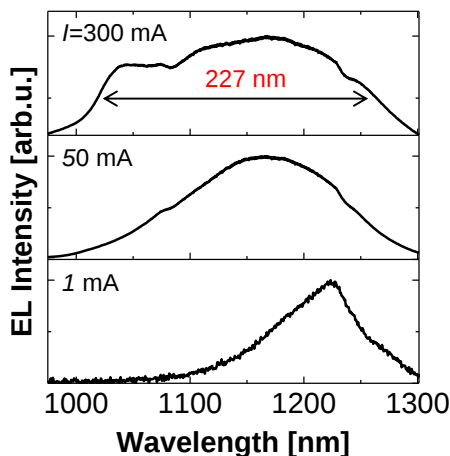


Fig. 1 EL spectra with different injection current I (1, 50 and 300 mA) obtained from a fabricated chip.

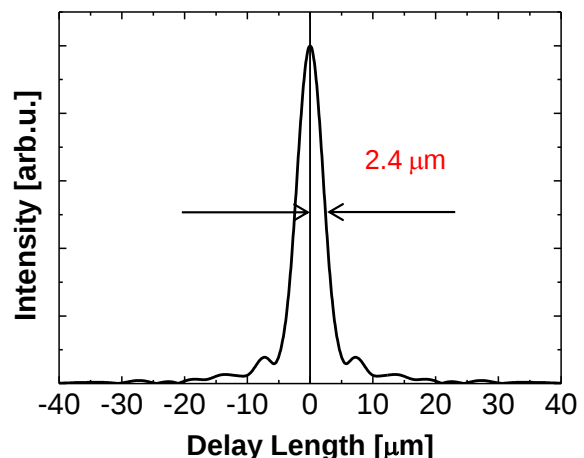


Fig. 2 Coherence function by Fourier transform of the EL spectrum ($I = 300$ mA) shown in Fig. 1.