

波長掃引型光コヒーレンストモグラフィー光源応用に向けた InAs 量子ドットベース 1.1 μm 帯波長可変レーザーの特性評価

Characterization of 1.1- μm -centered tunable laser based on InAs quantum dots for swept-source OCT light source applications

和歌山大シスエ¹, グラスゴー大², 物材機構³ ○尾崎 信彦^{1,2}, David Childs², Aleksandr Boldin²,
大里 啓孝³, 渡辺 英一郎³, 池田 直樹³, 杉本 喜正³, Richard Hogg²
Wakayama Univ.¹, Univ. Glasgow², NIMS³ ○N. Ozaki¹, D. Childs², A. Boldin²,
H. Ohsato³, E. Watanabe³, N. Ikeda³, Y. Sugimoto³, and R. Hogg²
E-mail: ozaki@wakayama-u.ac.jp

【はじめに】我々は光コヒーレンストモグラフィー(OCT)[1]の高分解能化に資する光源として、自己組織化 InAs 量子ドット(QD)を用いた広帯域光源開発を行っている[2]。InAs-QD は GaAs 基板上への InAs 成長時に格子歪によって自己組織的に形成されるナノサイズの 3 次元構造であり、一定のサイズ分布による広帯域な発光および光利得を生体内透過率の高い近赤外波長帯で示す。この特長を活かし、特に生体内透過性の高い波長 1~1.1 μm 付近に発光波長を制御した InAs-QD を光学利得媒体とした波長可変レーザー光源(QD-SS)の開発を報告している[2,3]。今回、この光源の動作温度に対する波長可変特性を評価した。

【実験手法】分子線エピタキシー法により、p-i-n 接合 AlGaAs/GaAs 内に発光波長を制御した InAs-QD を 4 層積層した基板を作製した。基板に半導体微細加工によってリッジ型導波路(RWG)を形成後、劈開により端面出射型の光学利得チップとした。RWG 形状は片側端面に対し垂直から 7 度傾斜した J 字型とした。利得チップを熱電クーラー(TEC)で 15–25°C に制御し、回折格子による外部共振器を用いて発振スペクトルを得た[2]。

【結果と考察】TEC20°C、注入電流 400 mA で回折格子角度を変化させて得られた発振スペクトルの例を Fig. 1 に示す。この条件での発振帯域は 1088–1132 nm であった。同様の測定を、TEC 温度と注入電流を変えて行い、それぞれの発振帯域を Fig. 2 の点線矢印で示した。また、各温度で注入電流対光出力(L - I)測定を行い、回折格子角度による発振波長ごとの閾値電流を求め、プロットしたものを Fig. 2 の実線で示す。波長に対する閾値電流の変化は、利得の逆数に比例するため、温度の低下もしくは注入電流の増加とともに利得幅が増大し、それに伴って発振帯域が拡大していることが分かる。また、この波長帯域は、QD の高次準位(ES)間発光波長に対応していると考えられ、ES 間における高い光利得による発振が起きていると考えられる。

【謝辞】本研究は、科研費(16H03858,16KK0130)の支援を受けて実施されました。半導体微細加工は、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 PF)の支援を受けて実施されました。

References

[1] N. Ozaki et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **52**, 225105 (2019). [2] N. Ozaki et al., Proc. SPIE **10939**, 1093911 (2019). [3] 尾崎信彦他、第 66 回応用物理学会春季学術講演会 12a-W611-11 (2019).

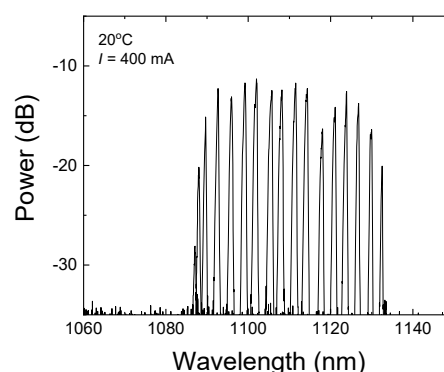


Fig. 1 Tuning laser spectra obtained from the QD gain chip at 400 mA and 20°C.

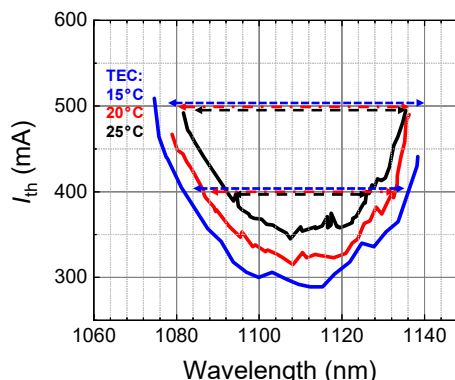


Fig. 2 Tunable range (dashed arrows) and threshold current (solid lines) as a function of wavelength with various TEC temperatures.