

ドット密度の高密度化効果により障壁層を薄膜化した 多層積層量子ドット構造の分子線成長とレーザ評価

Molecular Beam Epitaxy and Laser Characterization of Quantum Dot Multilayer
with Thinner Barrier by Means of Higher Dot Density Effect

○影山健生¹、ヴォ クオック フィ²、渡邊克之²、武政敬三³、菅原充³、岩本敏^{1,2}、荒川泰彦^{1,2}
(東大ナノ量子機構¹、東大生研²、QD レーザ³)

○T. Kageyama¹, V. Q. Huy², K. Watanabe², K. Takemasa³, M. Sugawara³, S. Iwamoto^{1,2}
and Y. Arakawa^{1,2} (NanoQuine, Univ. of Tokyo¹, IIS, Univ. of Tokyo², QD Laser, Inc.³)
E-mail: tkage@iis.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】量子ドットレーザの特性を制限する要因として障壁層の厚さに起因する活性層厚さが指摘されている[1, 2]。多層積層量子ドット構造においては、障壁層薄膜化時に下部ドットからの局所歪伝播による垂直配列(vertical alignment: VA)の影響[3]により、ドット密度低下とドットサイズ増大による利得減少や、局所歪累積による転位導入が発生するため、ドット層間隔低減が制限される。前回我々は、設備投資や材料変更を伴わずに、簡易にドット密度を高密度化するだけで局所歪の伝播の影響を抑制できることを、初めて計算および実験的に示した[1]が、今回は高密度化した量子ドットを用いて障壁層を薄膜化した多層量子ドット構造の成長に成功した。さらにレーザ特性を評価したので報告する。

【実験】分子線成長(MBE)法により8層積層量子ドット構造を成長した。ドット層成長温度を低下させることによりドット密度を従来の $5.9 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ から $6.6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ に高密度化し、sample A (障壁層厚 40nm、活性層厚 400nm)と、障壁層を薄膜化した sample B (障壁層厚 30nm、活性層厚 310nm)を同一条件にて成長した。また、*n*-および*p*-Al_{0.4}Ga_{0.6}As クラッド層を付加し、活性層に同一構造を持つブロードエリアレーザを作成し、パルス電流駆動にて評価した。

【結果と考察】図1に示すように、フォトルミネッセンス特性はバリア層を薄膜化することにより、僅かな特性低下(PL ピーク強度 22%減少、PL 半値全幅 28→37meV)が見られたものの、図2に示すように、しきい値電流密度は 25°C から 130°C までの全温度範囲において sample B のほうが概ね 15%低く、活性層品質としては優れていることが分かった。以上から、ドット密度を高密度化させることによる障壁層薄膜化技術がレーザ特性の向上に有効であることが示された。

【謝辞】本研究は文部科学省イノベーションシステム整備事業および最先端研究開発支援プログラムおよび NEDO の「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発」により遂行された。

【参考文献】[1] 影山他 2015 秋応物 14p-2W-6, [2] 影山他, 2015 秋応物 16p-2E-6, [3] Xie *et al.*, PRL. 75, 2542 (1995).

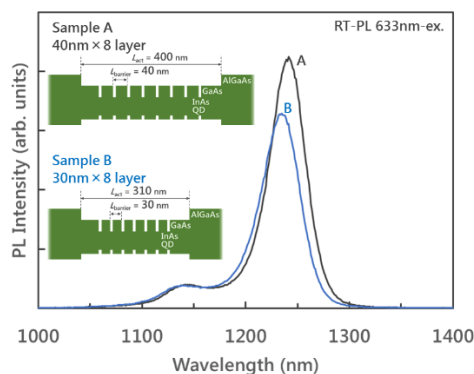


Fig. 1 Room-temperature photoluminescence (PL) spectra of multilayer QD structures for sample A and B, which schematic structures are shown in insets.

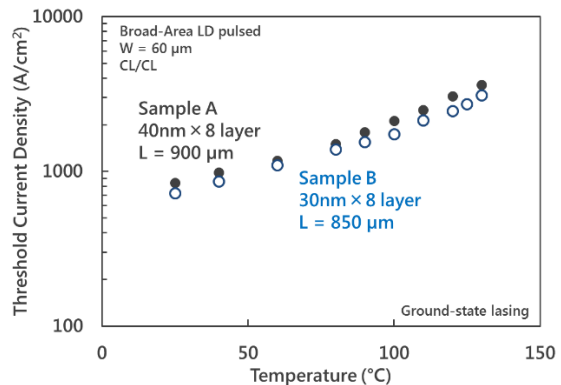


Fig. 2 Temperature dependence of the threshold current density of the fabricated broad-area LDs for sample A and B at the temperature range from 25 to 130°C.