

高密度 InGaAs 量子ドット赤外線検出器の検出波長制御

Detection Wavelength Control of Quantum Dot Infrared Photodetectors

Containing High Density InGaAs Quantum Dots

NEC スマエネ研¹, 東大ナノ量子機構², 東大生研³

各務惣太^{1,2}, 五十嵐悠一^{1,2}, 渡邊克之², 白根昌之^{1,2}, 大河内俊介², 萬伸一^{1,2}, 荒川泰彦^{2,3}

NEC Corporation¹, NanoQuine², IIS³ the Univ. of Tokyo

°S. Kagami^{1,2}, Y. Igarashi^{1,2}, K. Watanabe², M. Shirane^{1,2}, S. Ohkouchi², S. Yorozu^{1,2}, Y. Arakawa^{2,3}

E-mail: s-kagami@ax.jp.nec.com

はじめに 量子ドット赤外線検出器(Quantum Dot Infrared Photodetector:QDIP)は量子ドットの強いキャリア閉じ込めや垂直の光入射に感度をもつなどの特徴から、高感度かつ低暗電流の赤外線検出器として研究されている。前回、我々は InAs 量子ドットを覆う歪み緩和層の厚さと組成の調整、及び急速熱アニールという 2 つの方法での検出波長制御について報告を行った[1]。今回、量子ドットの高密度化により検出器の性能向上が期待される InGaAs 量子ドットを含む QDIP を作製し、量子ドットを覆う量子井戸層およびその周囲の中間層の構造により検出波長の制御が可能なることを確認した。また、本構造においてドーピングを施すことにより QDIP の感度向上を実現した[2]。本発表では主に前者について報告を行う。

実験 試作した QDIP 素子は、GaAs(001)基板上に MBE によって成長された InGaAs 量子ドット層と GaAs 量子井戸層とを埋め込む AlGaAs 中間層を、上下の n 型コンタクト層で挟み込んだ n-i-n 構造であり、微細加工により直径 300 μm のメサ構造に加工されている。量子ドットの面内密度は約 $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ であり前回より 3 倍程度高い。また量子ドット層は 10 層積層されている。素子に上下電極を作製し、バイアス電圧を印加することで素子の動作を行う。分光感度の測定は、熱源からの赤外光を分散型の分光器で切り出し、冷凍機内の素子に入射させて行った。測定温度は 77 K である。熱型検出器を用いて分光器からの放射照度を校正することで分光感度を求めた。

結果 図 1 に試作した QDIP の分光感度の測定結果を示す。波長 6.75 μm に感度のピークをもつ試料 1 に対し、中間層の Al 組成を減少させた試料 2 においては波長が 7.5 μm に、また、試料 1 の動作バイアスを反転させた際に感度ピークの波長が 5.25 μm にシフトすることを確認した。以上の結果は、量子井戸層の厚さと組成だけでなく、中間層の組成を変化させることでピーク波長の制御ができ、さらに印加バイアスの方向により検出波長を選択可能なことを示している。

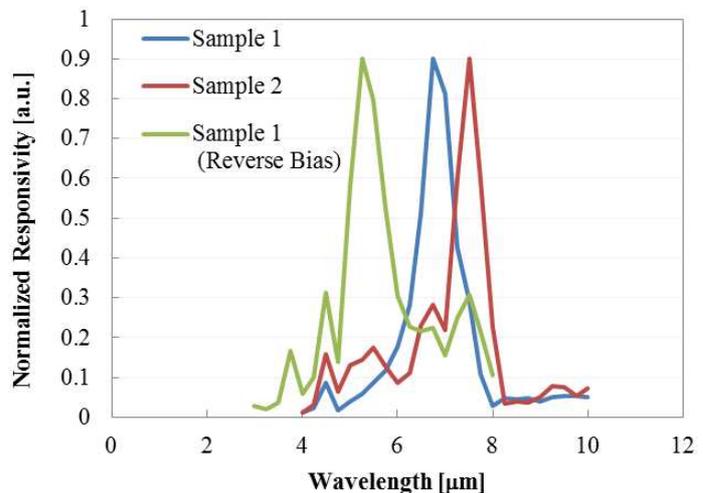


Fig. 1: Normalized spectral response of the QDIPs for different spacer layer structure.

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により遂行された。

文献

[1] 各務他、第 60 回応用物理学会春季学術講演会 29a-B4-4 (2013)

[2] 五十嵐他、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 (本講演会) (2013).