

急速熱アニールによる量子ドット赤外線検出器の検出波長制御

Detection wavelength control of a quantum dot infrared photodetector by RTA

NEC スマエネ研¹, 東大ナノ量子機構², 東大生研³

○五十嵐悠一^{1,2}, 各務惣太^{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

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

E-mail: y-igarashi@bp.jp.nec.com

はじめに 我々は高感度な冷却型赤外線検出器として、量子ドット赤外線検出器 (Quantum Dot Infrared Photodetector: QDIP) の研究を行っている。QDIP の検出感度ピーク波長は、基本的にウエハ構造によって決まる。我々は、量子ドット層を覆う歪緩和層の膜厚や組成の調節によって検出感度ピーク波長の制御を実現した[1]。続いて、ウエハ成長後に検出感度ピーク波長を制御する手法として、急速熱アニール(Rapid thermal annealing: RTA)[2]を試みたので、その結果について報告する。

実験 QDIP 素子試作に用いた半導体基板は、InAs 量子ドット層と InGaAs 歪緩和層、及びそれらを埋め込む GaAs 中間層 (を 1 組として計 10 組) 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、MBE 装置により GaAs(001)基板上に成長された。量子ドットの面内密度は約 $3 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ である。この基板に対して、800 °C で RTA 処理を行った。続いて微細加工により直径 300 μm のメサ構造に加工して、上下電極を作製した。測定は 10 K の低温で行い、熱源からの赤外光をグレーティング分光器で切り出すことにより所望の波長の赤外線を試料に入射した。カレントアンプで増幅してロックインアンプで読み出した光電流値と、感度が既知の焦電センサで校正した赤外光放射照度から、試作した QDIP 素子の検出感度特性を調べた。

結果 図 1 に、試作した QDIP の検出感度特性を入射光エネルギー (波長) に対してプロットした図を示す。RTA 処理を行わなかった試料 (感度ピーク波長 6.5 μm) に対して、RTA を 2 分行った試料では 9.5 μm に、RTA を 4 分行った試料では 15.5 μm に感度ピーク波長が長波長化したことが分かる。これをエネルギーの観点で捉えなおすと、最初の 2 分間で 60 meV、次の 2 分間で 50 meV ほど低エネルギー化したことに相当する。このように、RTA 時間を適度に調節することで、検出波長を制御することができた。ただし、RTA を長時間行くと試料の暗電流が増加するため、RTA 時間は 2 分以内程度が望ましい。

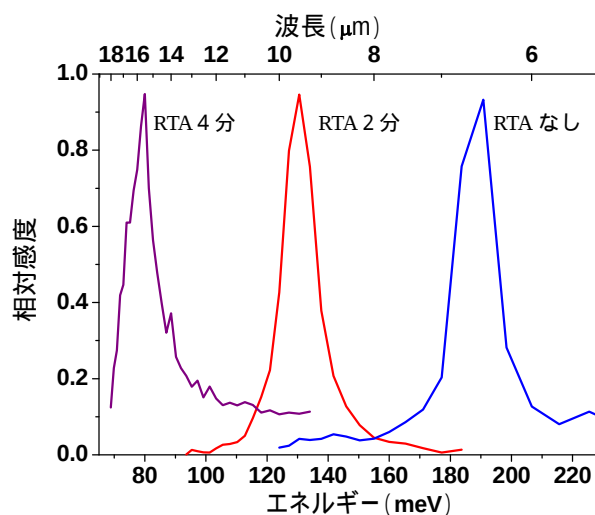


Fig. 1: Normalized spectral response of the QDIP devices of different RTA duration.

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 (本講演会) (2013).
- [2] P. Aivaliotis *et al.* Appl. Phys. Lett. **91**, 143502 (2007).