

Si ドーピングによる量子ドット赤外線検出器の比検出能向上

Improved specific detectivity of a quantum dot infrared photodetector by Si-doping

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。赤外線検出器の性能指数の 1 つは、素子の交流的なシグナルノイズ比を表わす比検出能 D^* である。我々は検出感度ピーク波長の制御[1,2]と並行して、 D^* 値の高い QDIP を実現することを目標に研究を進めてきた。今回我々は、量子ドット層を埋め込む GaAs 量子井戸層に n 型ドーパントである Si をドーピングすることによって D^* を向上させる試みを行ったので、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、InGaAs 量子ドット層と GaAs 量子井戸層、及びそれらを埋め込む $\text{Al}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{As}$ 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 $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ である。このような QDIP 試料に対して、GaAs 量子井戸層に Si を $3 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$ だけドーピングした試料と、ドーピングを行わなかった試料を用意した。続いてこれらの試料を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 77 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。また、赤外線を照射しない状態で測定した暗電流と、350 の黒体輻射源からの赤外線を受けた時の光電流の周波数依存性から、測定した QDIP の比検出能 D^* を算出した。

結果 図 1 に、試作した QDIP の比検出能 D^* を入射光の波長に対してプロットした図を示す。Si ドーピングを行わなかった試料 (点線) に対して、Si ドーピングを行った試料 (実線) ではピーク波長における比検出能が 5 倍程度増加していることが分かる。これは、ドーピングによって量子ドット基底状態の電子占有確率が上昇して、赤外線によるサブバンド間遷移確率が向上したことに由来すると考えられる。

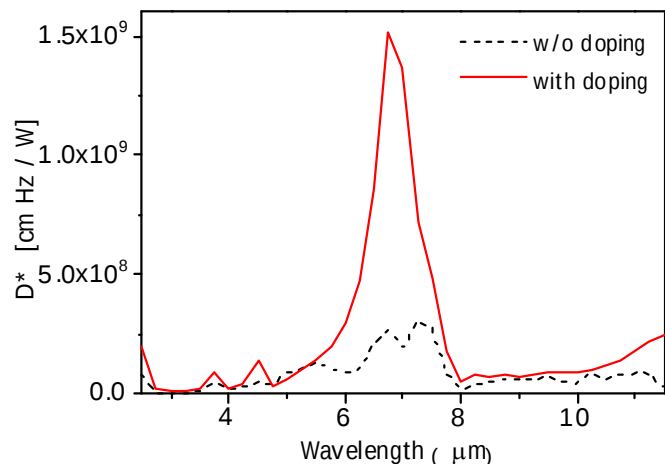


Fig. 1: Observed D^* for QDIP samples with and without Si-doping.

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] 各務他、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会 (本講演会) .