

InAs/GaAs 量子ドット赤外線検出器における片側 AlGaAs 層の効果

Effect of a single-sided AlGaAs layer on InAs/GaAs quantum dot infrared photodetectors

東大ナノ量子機構¹, 東大生研², シャープ³

吉川 弘文^{1,3}, 権 晋寛¹, 土江 貴洋^{1,3}, 和泉 真³, 岩本 敏^{1,2}, 荒川 泰彦¹

NanoQuine, Univ. of Tokyo¹, IIS, Univ. of Tokyo², SHARP³

H. Yoshikawa^{1,3}, J. Kwoen¹, T. Doe^{1,3}, M. Izumi³, S. Iwamoto^{1,2}, Y. Arakawa¹

E-mail: hyoshi@iis.u-tokyo.ac.jp

【背景】量子ドット赤外線検出器 (QDIP: quantum dot infrared photodetectors) は、量子ドットにおける三次元方向の量子閉じ込めにより高感度および高温動作が期待されている[1]。今回、高感度化・高温動作化に向けた構造として片側障壁層に着目し[2]、Al 組成の異なる片側 AlGaAs 層を有する InAs/GaAs 量子ドット赤外線検出器を作製した。結果、片側 AlGaAs 層の Al 組成を高めることによる比検出能の向上を明らかにしたので報告する。

【実験】サンプルは GaAs (100) 半絶縁性基板上に MBE 装置により作製した。基板上に GaAs バッファ層、GaAs 下部コンタクト層、5 層の InAs/GaAs 量子ドット層、Al 組成の異なる片側 AlGaAs 障壁層 (Al=0, 20, 30%) を形成し、最後に GaAs 上部コンタクト層を形成することでサンプルを得た。量子ドットへは量子ドット面内密度 ($\sim 5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2}$) の 2 倍で Si ドーピングした。測定サンプルはウェットエッチングを用いて $200 \mu\text{m}$ 角のメサ構造を形成し、EB 蒸着を用いて AuGeNi/Au 上下電極を形成した後、基板研磨を行うことで作製した (Fig. 1)。比検出能測定はフーリエ変換赤外分光光度計を用いて 77K の低温下で行った。サンプルをクライオスタット内に取り付け、バイアス電圧を印加しながら垂直入射することで動作させた。

【結果】Fig. 2 は暗電流の温度特性から得られた活性化エネルギーのバイアス依存性である。結果、Al 組成の増大に伴い、活性化エネルギーが大きくなる傾向を観察した。これは、GaAs 層と片側 AlGaAs 層間の伝導帯オフセット増大に起因すると考えられる。Fig. 3 はピーク波長 $\sim 6.1 \mu\text{m}$ における受光感度に対する比検出能 (D^*) をプロットしたものである。結果、片側 AlGaAs 層の Al 組成を高めることで、同じ受光感度下における比検出能の増大が得られた。これは、片側 AlGaAs 層の導入に伴うノイズの低減に起因するものである。本結果は、高感度化・高温動作化に向けた QDIP 構造の最適化において重要な指針となることが期待される成果である。

謝辞 本成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務の結果得られたものである。本研究を進めるにあたり議論頂いた東大ナノ量子機構 渡邊克之博士に謝意を表す。

参考文献 [1] A. Rogalski *et al.*, J. Appl. Phys. **105**, 091101 (2009). [2] S. Chakrabarti *et al.*, J. Phys. D **38**, 2135 (2005).

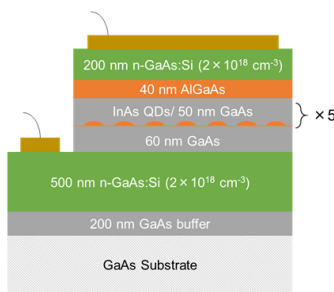


Fig.1. Schematic structural image of the QDIP samples.

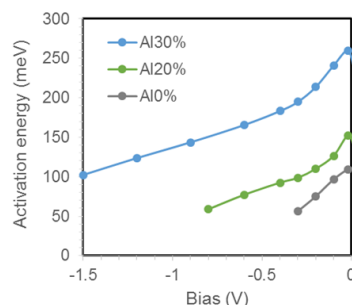


Fig.2. Bias dependence of the activation energy of the QDIP samples.

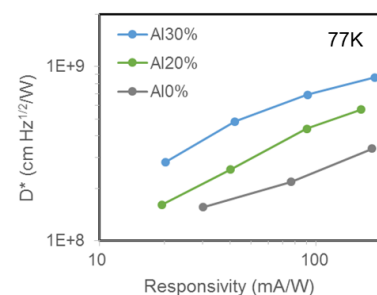


Fig.3. Responsivity dependence of the detectivity of the QDIP samples.