

表面プラズモン結合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 QDIP by Surface Plasmon Coupling

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}, 田中朋^{1,2}, 角田雅弘², 渡邊克之³, 五十嵐悠一^{1,2}, 黄晨暉¹,田能村昌宏¹, 南部芳弘^{1,2}, 白根昌之^{1,2}, 山本剛^{1,2}, 萬伸一^{1,2}, 荒川泰彦^{2,3}NEC Corporation¹, NanoQuine², IIS the Univ. of Tokyo³○S. Kagami^{1,2}, T. Tanaka^{1,2}, M. Kakuda², K. Watanabe³, Y. Igarashi^{1,2}, C. Huang¹,M. Tanomura¹, Y. Nambu^{1,2}, M. Shirane^{1,2}, T. Yamamoto^{1,2}, 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。これまで我々はn型ドーパントであるSiの量子ドット層への添加[1]、量子ドット層を含む量子井戸層の上下へのAlGaAs近接障壁層の導入[2]により、検出器の性能指数である比検出能 D^* が向上することを報告した。今回我々は、素子表面の金属電極に周期的な円形開口を設けたプラズモンアンテナを作製し入射光を表面プラズモン結合させることでQDIPの受光感度の上昇による比検出能 D^* の向上を試みた。

実験 QDIPの試作に用いた半導体基板は、MBE装置によりGaAs(001)基板上に成長されたInAs量子ドット層とInGaAs量子井戸層、及びそれらを埋め込むAlGaAs近接障壁層と中間層(を1組として計7組)を上下のn型コンタクト層で挟み込んだn-i-n構造である。Fig.1に作製した試料のSEM写真の一例を示す。基板を微細加工により直径300 μm の涙滴型のメサ構造に加工して上下電極を作製した後、電子線リソグラフィにより厚さ100nmの金に周期的な円形開口を設けたプラズモンアンテナを作製した。測定は77Kで行い、熱非照射時のノイズ電流、熱照射に対する受光感度および分光感度を測定した。それぞれの測定結果を用いて素子の比検出能 D^* を評価した。

結果 まず中心波長5 μm に半値幅2 μm 以上のブロードな感度特性を有するQDIPの表面に異なる開口周期のプラズモンアンテナを作製した複数の試料を用意し、分光感度の評価により開口周期とプラズモン共鳴波長の関係性を検証した。上記結果に基づき、波長5.5 μm にシャープな感度ピークを持つQDIPとプラズモン共鳴波長が一致するようにプラズモンアンテナを作製した。結果として受光感度の向上により比検出能がアンテナのない構造に対し2倍程度向上することを確認した。

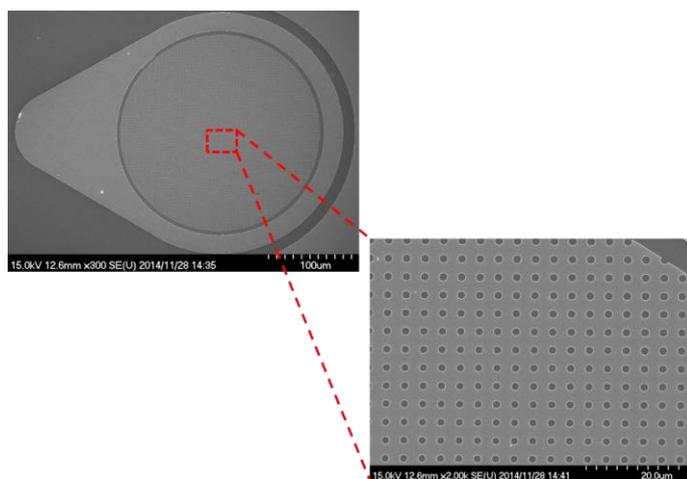


Fig. 1: SEM image of QDIP with plasmon antenna

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] 五十嵐他、第74回応用物理学会秋季学術講演会 16a-A8-9 (2013).

[2] 各務他、第61回応用物理学会春季学術講演会 18a-F9-5 (2014).