

電荷敏感型赤外線検出器(CSIP)の遠赤外線領域への拡張

Charge Sensitive Infrared Phototransistors (CSIPs) for Far-Infrared Wavelengths

東大理物¹, 宇宙研², 東大総文³, 情通研⁴, 東大生研⁵○二瓶 亮太^{1,2}, 小宮山 進^{3,4}, 佐藤 崇⁵, 川田 光伸², 土井 靖生³, 松浦 周二², 中川 貴雄^{1,2}Univ. of Tokyo^{1,3,5}, ISAS/JAXA², NICT⁴°Ryota Nihei^{1,2}, Susumu Komiyama^{3,4}, Takashi Satoh⁵, Mitsunobu Kawada², Yasuo Doi³,
Syuji Matsuura², Takao Nakagawa^{1,2}

E-mail: nihei@ir.isas.jaxa.jp

電荷敏感型赤外線検出器 (CSIP : Charge Sensitive Infrared Phototransistor) はGaAs/AlGaAs 2重量子井戸構造を用いている。表面側の量子井戸をサブバンド間励起によって帯電させ、フローティングゲート(FG)として作用させることで、下段の量子井戸によるソースドレインチャネルの電流を変化させるFETである(Fig.1)[1]。光信号利得が極めて大きい (10^6 倍以上) ため、超高感度特性と共に、光子1個の入射による電流信号が大きい特長を持ち、中間赤外線領域 (波長 $15\mu\text{m}$) ではフォトンカウンティングが実現されている[1,2]。

本研究では、CSIPのすぐれた特性をより長波長 ($30\mu\text{m}$ 以上) にまで拡大する為に、従来のCSIPとは異なる方法でFGを帯電させる機構[2]を取り入れてフォトンカウンティングを試みた。従来のCSIPは、FGとして表面側量子井戸でサブバンド間励起した電子を下段の量子井戸にトンネル脱出 (縦脱出) させていた(Fig.1(a))が、この機構では、長波長になるほど要求される正確な量子井戸構造の成長が困難となる。そこで、本研究ではゲートバイアス(Fig.1のIG)で形成するポテンシャル障壁を通して励起電子を横方向に脱出させる方法(Fig.1(b))を取った。この“横脱出”の機構をより低温(2K)で動作させることで、量子井戸構造の結晶成長の困難性を避けつつ、ゲートバイアスによる検出の制御性を向上した。

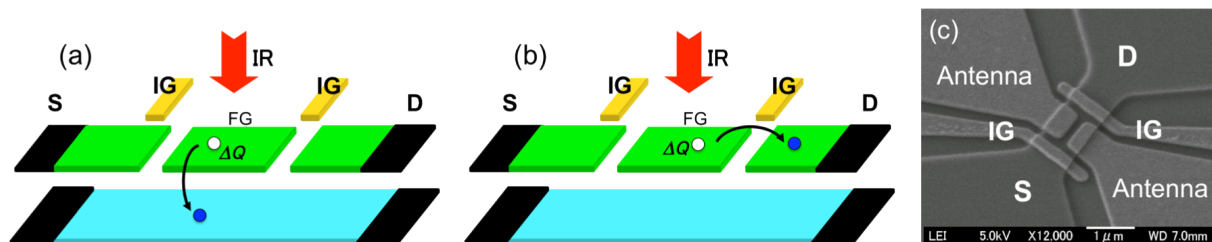


Figure1. (a) 従来の CSIP の検出方法. (b) “横脱出”検出方法. (c)作成したデバイスの SEM 画像

[1] S. Komiyama, “Single-photon detectors in the terahertz range”, *IEEE J. Sel. Top. Quan. Electron.* **17**, 54 (2011).

[2] Y. Kajihara et al., “Terahertz single-photon detectors based on quantum wells”, *J. Appl. Phys.* **113**, 136506 (2013).