

表面照射型 InGaAs PhotoFET の分光感度特性

Spectral Responsivity Characteristics of FSI InGaAs PhotoFETs

東理大¹, 産総研² ○(B)大石和明^{1,2}, 石井裕之², 張文馨²,

清水鉄司², 石井寛仁^{1,2}, 遠藤聡¹, 藤代博記¹, 前田辰郎^{1,2}

Tokyo University of Science¹, AIST² ○Kazuaki Oishi^{1,2}, Hiroyuki Ishii², Wen Hsin Chang²,

Tetsuji Shimizu², Hiroto Ishii^{1,2}, Akira Endoh¹, Hiroki Fujishiro¹, and Tatsuro Maeda^{1,2}

E-mail: k.oishi@aist.go.jp

【背景と目的】我々は、Si 基板上の化合物半導体を利用したモノリシック集積型の近赤外検出器を開発している。これまでに、Si-LSI で構成される読み出し回路(ROIC)との集積を目指して、InGaAs 層の Si 基板への転写技術により表面照射型の近赤外 PhotoFET を試作した[1, 2]。今回、その近赤外領域の分光感度特性を評価したので報告する。

【結果と考察】図 1 に、測定した素子の構造と光電流測定時の写真を示す。PhotoFET は、Al₂O₃ 膜/ Si 基板上に光センシング層となる p 型 In_{0.53}Ga_{0.47}As チャンネル層、その保護膜として近赤外光を透過する InP 層を有する構造で、チャンネル層には Au/Pt/Ti 膜の金属電極を設けてある。FET は、Si 基板から電界をかけるバックゲート型で 5 桁以上の良好な on/off 特性を有する。近赤外の光応答には、分光した赤外光を顕微鏡にて集光させ、センシングエリア(100x100μm)全面に照射し、暗電流との差分として光電流を検出した。また、照射領域は赤外カメラで確認し、単位面積当たりの照射パワーを見積もった。

図 2 に波長 1100、1400、1700nm の光を照射させた時の感度特性の照射パワー依存性を示す。ここで、FET のバ

イアス条件は、V_d、V_g 共に 1V で on 状態である。この図から、どの波長においても、照射パワーが減少すると感度は上昇し、その依存性は累乗近似でできることが分かった。そこで、この近似式を用いて一定の照射パワー(100mW/cm²)での分光感度特性をプロットしたものが図 3 である。In_{0.53}Ga_{0.47}As の直接遷移エネルギー (E₀) に相当する 1650nm までは 2~3A/W 程度の感度を維持し、それ以上では感度が急激に減少する。一方で、1200nm 以下では感度上昇が見られた。この波長は、スプリットオフバンドから伝導帯への遷移(E₀+Δ₀) に良く一致しており、その吸収増大の効果によるものと考えられる。これは、縦型で光吸収を行うフォトダイオード型センサーでは見られない特徴であり、InGaAs PhotoFETs の感度領域のワイドバンド化が期待される。

【References】[1] 大石和明等, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-E204-4, (2019). [2] T. Maeda et al., Jpn. J. Appl. Phys., to be published, (2019).

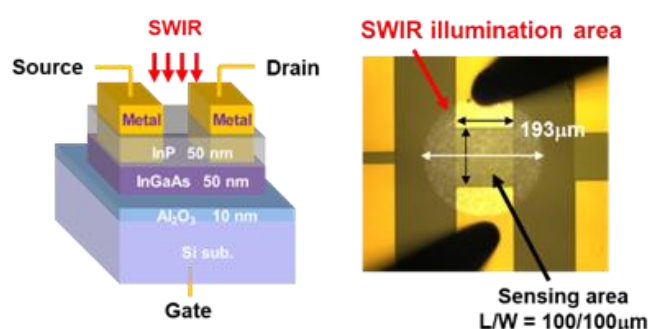


Fig. 1 Structure of InGaAs photoFETs and photo image of InGaAs photoFET under SWIR illumination.

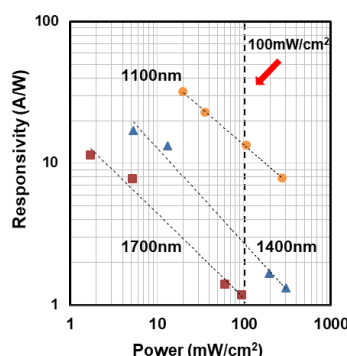


Fig. 2 Incident power dependence of responsivity for InGaAs photoFETs at 1100, 1400, and 1700nm.

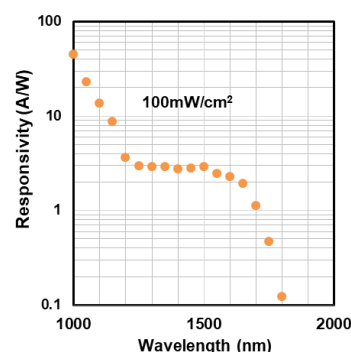


Fig. 3 Spectral responsivity characteristics of InGaAs photoFETs at the incident power of 100 mW/cm².