

エピタキシャルグラフェン FET のゲート読み出しに基づく新たな検出メカニズム

Novel THz Detection Method Based on Gate Readout of Epitaxial Graphene FET

東北大学電気通信研究所¹, 東北大学大学院工学研究科², 日本学術振興会特別研究員³,東北大学学際科学フロンティア研究所⁴, 理化学研究所光量子工学研究センター⁵○工藤大佳^{1,2}, 田村紘一^{1,2,3}, 関宏信^{1,2}, 内ヶ崎新之介^{1,2}, 唐超^{1,4}, 吹留博一¹,瀧田佑馬⁵, 南出泰亜⁵, 佐藤昭¹, 尾辻泰一¹RIEC, Tohoku Univ.¹, Tohoku Univ. Graduate School of Eng², JSPS Research Fellow³FRIS, Tohoku University⁴, RIKEN RAP⁵○H.Kudo^{1,2}, K.Tamura^{1,2,3}, H.Seki^{1,2}, S.Uchigasaki^{1,2}, C.tang^{1,4}, H.fukidome¹,Y.takida⁵, H.Minamide⁵, A.Sato¹ and T.Otsuji¹

e-mail: kudo.hiroyoshi.s1@dc.tohoku.ac.jp

我々は、B5G 高速テラヘルツ(THz)無線通信システムを実現するため、エピタキシャルグラフェンチャネル電界効果型トランジスタ (EG-FET) をベースとした高速・高感度 THz 検出器の研究を行っている。我々は先行研究において、独自の非対称二重格子ゲート (ADGG) 構造を特徴とした ADGG-EG-FET を従来のドレイン読み出しで動作させて高速かつ高感度な THz 検出を実証した[1]。一方で、化合物半導体ヘテロ接合による高電子移動度トランジスタ (HEMT) において「三次元整流効果」と称する新しい超高感度 THz 波検出機構を発見した[2]。今回、金属/絶縁体/グラフェンによるトンネルダイオード構造 (レクテナ)[3,4]に着想を得て、EG-FET のゲート-チャネル間にレクテナ構造を実装して三次元整流効果を発現させる手段を着想し、デバイスを試作・評価した。本研究では、レクテナ構造を実装した EG-FET に対する THz 波検出応答測定実験の結果と、その考察について報告する。

光注入型 THz 波パラメトリック発生器[5]を準連続パルス光源として、THz パルス検出測定を行った。中心周波数を 0.95THz に設定し、ゲート電極から出力される光起電圧パルス波形を高速オシロスコープで測定した。ドレインソース電圧 $V_{DS} = 0$ V に固定し、ゲート電圧を 0 ~ +3 V まで変化させ、光起電圧の時間応答波形を測定した (Fig.1 (a))。出力光起電圧はゲート電圧の上昇と正の相関を示した。次に、ゲートバイアスに対する THz 検出波形の応答速度依存性を調べた (Fig.1(b))。ゲート電圧の上昇と共に半値全幅 (FWHM) が減少し応答速度が速くなっており、 $V_G \approx +3$ V 付近では約 180 ps の応答速度を示した。また、ゲート電圧の印加により立ち下がり側の半値半幅 (HWHM) の減少が立ち上がり側に比して強く、FWHM の減少に寄与していることが分かった。分析結果の詳細は当日報告する。

本研究は JSPS 科研費 #21H01380, #21H04546, #23KJ0213, NICT-B5G 委託研究 JPJ012368C01301 の助成を受けた。

参考文献 [1] K. Tamura *et al.*, *APL Photon.* **7**, 126101 (2022). [2] A. Satou *et al.*, *Nanophotonics* **12**, 4283 (2023). [3] A. Hemmetter *et al.*, *ACS Appl. Electron. Mater.* **3**, 3747 (2021). [4] K. Shiga *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, SIID03 (2020). [5] Y. Takida *et al.*, *Opt. Exp.* **30**, 11217 (2022).

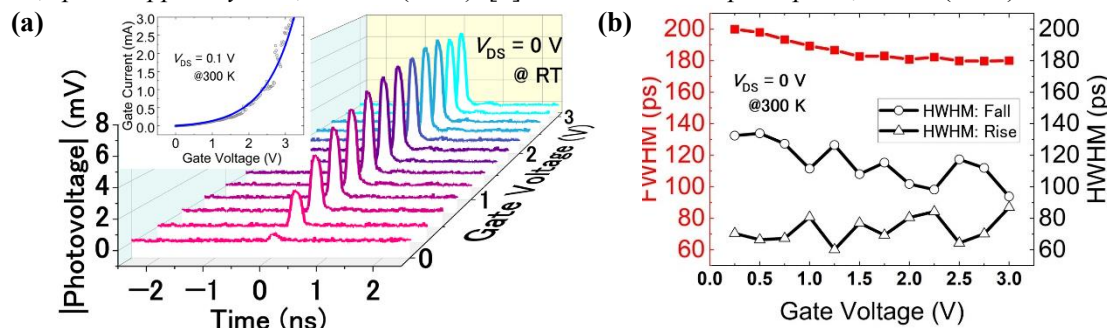


Figure1(a) The temporal output waveform dependencies on gate voltage under $V_{DS} = 0$ V. (b)The FWHM and HWHM dependencies on gate voltage.