

非対称二重格子ゲート HEMT テラヘルツ検出素子のパルス応答

Pulse Response of Asymmetric Dual-Grating-Gate HEMT Terahertz Detector

東北大通研¹, 理研 RAP² ○根来 拓海¹, 成田 健一¹, 瀧田 佑馬², 伊藤 弘昌², 南出 泰亜²,
尾辻 泰一¹, 佐藤 昭¹

RIEC, Tohoku Univ.¹, RAP, RIKEN², °T. Negoro¹, K. Narita¹, Y. Takida², H. Ito², H. Minamide²,
T. Otsuji¹, A. Satou¹

E-mail: negoro@riec.tohoku.ac.jp

我々は、InP 系高電子移動度トランジスタ (HEMT) をベースとする非対称二重格子ゲート HEMT テラヘルツ (THz) 検出素子において、ゲート電極から出力信号を読み出すことにより、50Ω 伝送系とのインピーダンス整合とアクティブ領域面積に比例した検出感度の向上が可能であることを示した[1]。加えて、正のゲート電圧を印加することで、InGaAs チャンネル層-InAlAs スペーサ層間ヘテロバリアにおいてダイオード電流非線形整流効果が生じ、チャンネル内プラズモン流体非線形整流効果との相乗効果である三次元整流効果によって検出感度が飛躍的に向上することを発見した[2]。本発表では、光注入型テラヘルツ波パラメトリック発生器[3]を用いたパルス幅 185 ps の疑似連続パルス THz 光入射に対するデバイスの光起電圧出力時間応答波形のゲート印加電圧依存性を広帯域オシロスコープで測定・評価した結果について報告する。

図 1 に、異なるゲート電圧印加時の時間応答波形を示す。十分高い正電圧印加時 (図 1(a)) においては、入射 THz 波パルスの包絡線に対応する出力信号波形の後に、100 ns オーダーで持続するテール (裾引き) が観測された。一方、負電圧印加時 (図 1(b)) はテールが現れていない。ゲート金属-チャンネル層間のバンド構造 (図 1(a), (b)挿入図) を考えると、正電圧印加時は InGaAs チャンネル層から InAlAs スペーサ層/キャリア供給層へ、負電圧印加時はゲート金属から InAlAs バリア層へ電子トンネリングが生じるが、前者の場合はスペーサ層が薄いため、InAlAs キャリア供給層伝導帯の下に高密度で存在するドナー準位に、電子が直接トンネルし、長時間トラップされると推察できる。正/負電圧印加時のパルス応答におけるテールの有/無が、InAlAs キャリア供給層内ドナー準位による電子トラップの描像と定性的に一致していることから、テール発生の主な要因はドナー準位にあると考えられる。

本研究は JSPS 科研費 18K04277, 18J21073, 21H01380、NICT 委託研究#01031 の助成を受けた。

参考文献 [1] T. Negoro *et al.*, IRMMW-THz 2020, Fr-17:00 (2020). [2] T. Negoro *et al.*, IRMMW-THz 2021, WE-AM-1-5 (2021). [3] S. Hayashi *et al.*, *Sci. Rep.* **4**, 5045 (2014).

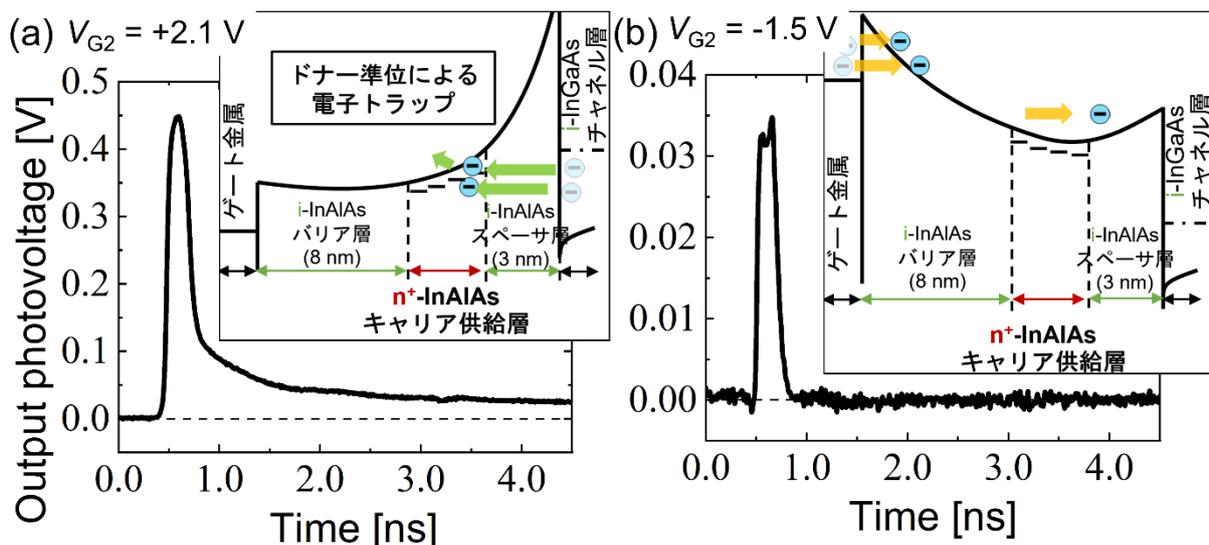


図 1. 異なるゲート電圧印加時における、THz パルス入射に対する非対称二重格子ゲート HEMT THz 検出素子の時間応答波形 (挿入図はゲート-チャンネル間バンド構造の模式図)。