

二次元ナノアンテナ導入による格子ゲート構造 プラズモニック THz ディテクタの偏光特性制御

Controlling Polarization Characteristics of

A Grating-Gate Plasmonic THz Detector by Introduction of 2D Nanoantennas

東北大学電気通信研究所¹, 東北大学国際集積エレクトロニクス研究開発センター²,
理化学研究所光量子工学研究センター領域³ ○齋藤 琢¹, 鈴木 雅也¹, 細谷 友崇¹, 末光 哲也²,

瀧田 佑馬³, 伊藤 弘昌³, 南出 泰亜³, 尾辻 泰一¹, 佐藤 昭¹

RIEC, Tohoku Univ.¹, CIES, Tohoku Univ.², RIKEN Center for Advanced Photonics.³, ○T. Saito¹,

M. Suzuki¹, T. Hosotani¹, T. Suemitsu², Y. Takida³, H. Ito³, H. Minamide³, T. Otsuji¹, A. Satou¹

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

はじめに テラヘルツ (THz) 帯無線通信の実現に向けて、電界効果トランジスタ・チャンネル内の二次元プラズモンを活用した THz ディテクタが注目されている[1]。我々は、非対称二重格子ゲートを有する InP 系高電子移動度トランジスタ (Asymmetric Dual-Grating-Gate High-Electron-Mobility Transistor; A-DGG HEMT) の開発を行い、その高い検出感度を実証してきた[2]。A-DGG HEMT はチャンネル長方向 (ソース・ドレイン方向) に周期性を持つ二次元金属格子ゲートを有しており、二種類のゲート電極が交互にかつ非対称に配置されている。この構造により、入射 THz 波と二次元プラズモンを高効率に結合させ、広帯域かつ高感度な THz 波検出を実現している[2]。しかしながら一次元格子ゲート構造では、入射 THz 波偏光のうちチャンネル長方向成分のみが二次元プラズモンと広帯域に結合可能であり、チャンネル幅方向の偏波に対してはゲート電極が半波長ダイポールアンテナとして機能する狭帯域での結合に留まる。従って大半の周波数成分に対してその偏光特性は、チャンネル幅方向の偏光では出力光電圧がゼロに近づく八の字型を示すことが報告されている[3]。そこで本稿では、二重格子ゲート構造の一つのゲートを二次元ナノアンテナ構造に置き換えた新規ディテクタの試作・評価を行い、ナノアンテナ導入によってチャンネル幅方向の偏光に対しても広帯域な検出が可能になることを確認した。

デバイス試作 二次元ナノアンテナ構造のディテクタを試作した (図 1(a))。基板には InAs コンポジットチャンネルの InP 系 HEMT 用エピタキシャル基板を用いた。ゲート部のパラメータは、ゲート長 $L_g = 800$ nm, 各ナノアンテナ長 $L_N = 200$ nm, ナノアンテナ幅 $L_W = 250$ nm, ナノアンテナ間隔 $d_N = 250$ nm, ゲート間隔を

それぞれ $d_1 = 300$ nm, $d_2 = 900$ nm とした。

実験結果 試作したディテクタの THz 波に対する偏光特性測定を、周波数 0.8 THz の疑似 CW パルス波を用いて行った。0 度をチャンネル幅方向とし、0~90 度まで偏光角を変えて測定した。その結果、従来型 A-DGG HEMT が有する八の字型の特性とは異なり、0 度と 90 度にピークを持つ十字型の検出感度特性が得られた (図 1(b))。特に、0 度に検出感度ピークを有することから、二次元ナノアンテナ構造の導入によってチャンネル幅方向の偏光とチャンネル長方向の二次元プラズモンが結合していることが示唆される。また、二次元ナノアンテナの形状や間隔を変えることによる、偏光特性の制御可能性が示唆される。異なるナノアンテナ形状と間隔での偏光特性の違いについても評価したので、当日報告する。

謝辞 本研究の一部は、JSPS 科研費 18K04277 の支援により行われた。ディテクタの試作は、東北大学電気通信研究所附属ナノ・スピン実験施設において行われた。

参考文献

- [1] M. Dyakonov and M. Shur, IEEE Trans. Electron Devices **43**, 380 (1996).
- [2] Y. Kurita *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 251114 (2014).
- [3] D. Coquillat *et al.*, Opt. Exp. **18**, 6024 (2010).

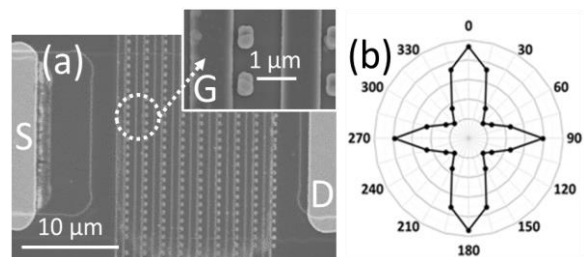


図 1. 新規ディテクタの(a)SEM 像および (b)出力光電圧の偏光特性。