

二次元回折構造プラズモニック THz 検出素子におけるプラズモン・ポラリトンのモード解析

Modal analysis of plasmon-polaritons in plasmonic THz detector with two-dimensional diffraction structure

佐々木 悠真, 尾辻 泰一, 佐藤 昭 (東北大学電気通信研究所)

Y. Sasaki, T. Otsuji, A. Satou (RIEC, Tohoku Univ.)

E-mail: sasaki-u@riec.tohoku.ac.jp

テラヘルツ (THz) 帯無線通信の実現に向けて、トランジスタ・チャンネル内の二次元プラズモンの流体非線形性を活用した THz 検出素子が注目されている。我々は、回折格子ゲート構造を有する InP 系高電子移動度トランジスタベースのプラズモニック THz 検出素子を開発し、その高い検出感度を実証してきた[1]。従来構造では、チャンネル長方向 (ソース・ドレイン方向) に周期的かつ二重に配した一次元金属格子ゲートが、入射 THz 波と二次元プラズモンの高効率カプラーとして機能し、広帯域かつ高感度な THz 検出を実現している。しかしこの構造では、入射 THz 波のチャンネル長方向の偏波成分のみがプラズモンと結合するため、チャンネル幅方向の偏波成分が検出できなかった。そこで我々は、格子ゲートの片方を二次元回折構造 (二次元金属ナノアンテナ) に置き換えたプラズモニック検出素子 (図 1) を試作・評価し、チャンネル幅方向偏波の検出が可能であることと、構造パラメータによって出力光起電圧の偏波特性が制御できることを示した[2]。

本稿では、二次元回折構造プラズモニック検出素子の偏光特性の理論的解明を目的として、チャンネル幅方向の偏波を持つ入射 THz 波に対して同構造内に励起されるプラズモン・ポラリトンモードの数値解析を行った。マクスウェル方程式と流体力学方程式を連成させた自己無撞着モデルに基づいてシミュレータを構築し、図 1 に示す構造に対して、入射 THz 波に対するチャンネル内電界強度分布のスペクトル解析を行った。

図 2 に、チャンネル内電界成分の最大値の周波数特性を示す (x がチャンネル長方向, y がチャンネル幅方向)。周波数 1.25, 1.45, 1.9 THz において、プラズモン共鳴によってピ

ークが表れていることが分かる。また、高次プラズモン・ポラリトンモードである 1.9 THz の場合に注目すると、各電界成分が同等の強度になっていることが分かる。これは、チャンネル幅方向偏波の入射 THz 波が、二次元回折構造を介してチャンネル長方向にも振動するプラズモンに変換できることを示しており、[2]の実験結果を裏付ける結果である。より詳細なモード解析の結果については、当日報告する。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18K04277 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Y. Kurita *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 251114 (2014).
- [2] M. Suzuki *et al.*, IRMMW-THz 2018, Tu-A2-1a-2 (2018).

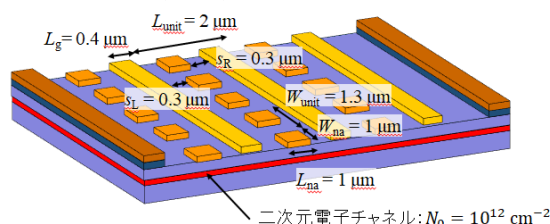


図 1. 二次元金属ナノアンテナを導入したプラズモニック検出素子の模式図

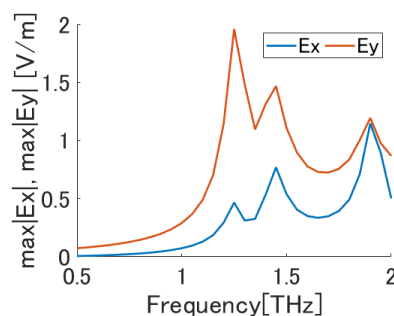


図 2. チャンネル内電界成分の最大値の周波数特性