

独創的原理に基づく革新的光科学技術の創成
2021 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

金森 義明

東北大学 大学院工学研究科
教授

時間変調メタマテリアル非線形フォトニクスの基盤構築

§ 1. 研究成果の概要

本研究の目標は、微小電気機械システム(MEMS)と高周波磁性体を融合した時間変調メタマテリアルを用いて、来るべき第6世代(6G)移動体通信システムに必要な新たなテラヘルツ(THz)光源を開発することである。2021年度は、誘電率時間変調MEMSメタマテリアルの実現に向けて、H型メタマテリアル上に金のカンチレバー構造を製作することに成功した。これまで実験的に評価されていなかった、電圧印可で駆動させて200kHz超の機械的固有振動数を持つことを確認した。設計値に近い機械的共振周波数を得ることができたことから、構造の微細化を進めることで更なる応答速度の向上が期待できる。透磁率時間変調磁性メタマテリアルの要素技術の検討では、磁性層同士が反強磁性結合するCo/Ru積層膜の作製を行い、2T以上の反強磁性結合強度を確認した。そして共鳴周波数計測用デバイスを作製し、高周波磁場下での励起状態の評価をすすめた。またスピン流を用いた透磁率変調デバイスの作製に向けた基本設計を行い、その作製・評価を行った。さらにボロメータを用いたTHz測定系の構築にも着手した。以上の実験的研究と有機的に連携するべく、数値計算用の計算機と有限要素法マルチフィジクスソルバを導入し、電磁界計算を開始した。誘電率時間変調MEMSメタマテリアルに関して、有限要素法を用いた数値計算を行い、周波数0.65THzにおいて60%以上の透過率変調が得られる構造を設計することに成功した。テラヘルツ領域で大きな誘電率変調が生じていることが推測され、時間変調メタマテリアル実現への第一歩となりうる。また透過率変調アクティブフィルタや位相変調アクティブフィルタとしての応用に繋がる波及効果が期待される。

§ 2. 研究実施体制

(1) 金森グループ

- ① 研究代表者: 金森 義明 (東北大学 大学院工学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・誘電率時間変調 MEMS メタマテリアルの作製と評価

(2) 菊池グループ

- ① 主たる共同研究者: 菊池 伸明 (東北大学 多元物質科学研究所 准教授)
- ② 研究項目
 - ・透磁率時間変調磁性メタマテリアルの作製と評価

(3) 富田グループ

- ① 主たる共同研究者: 富田 知志 (東北大学 高度教養教育・学生支援機構 准教授)
- ② 研究項目
 - ・時間変調メタマテリアルの設計

【代表的な原著論文情報】

- 1) Ying Huang, Taiyu Okatani, and Yoshiaki Kanamori, “Broadband stop filters for THz waves using H-shaped metamaterials with dual electronic-plasmonic functionality,” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.61, (2022) SD1007.
- 2) Ying Huang, Taiyu Okatani, and Yoshiaki Kanamori, “An electromechanically active THz filter based on an H-shaped metamaterial”, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, (2022) 03-308.
- 3) 菊池伸明、富田知志、岡本聡、“時間変調メタマテリアルに向けた磁性細線の透磁率制御”、第 69 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, (2022) 03-098.