

THz 帯における矩形孔メタ材料を含む ファブリーペロー微小共振器の作製及び透過特性解析

Transmission characteristics analysis and fabrication of THz Fabry-Pérot microcavity containing rectangular hole metamaterials

香川大工¹, 徳島大 pLED² °安西 春樹¹, 東原 奈央¹, 井上晶太¹,
時実 悠², 吉田 浩子², 安井 武史², 下川 房男¹, 鶴町 徳昭¹

Kagawa Univ.¹, Tokushima pLED Inst.², °Haruki Anzai¹, Nao Higashihara¹, Shota Inoue¹,
Yu Tokizane², Hiroko Yoshida², Takeshi Yasui², Fusao Shimokawa¹ and Noriaki Tsurumachi^{1*}

* E-mail: tsurumachi.noriaki@kagawa-u.ac.jp

微小共振器とは光の波長程度の共振器長を持つ光共振器である。この微小共振器中の光と物質の相互作用について、古くから多くの研究がなされてきた。近年は通常物質のみならずメタ材料を用いた研究も行われるようになってきている。我々もこれまでに THz 帯で Wire Grid(WG)を鏡とするファブリーペロー型微小共振器の中央に Cut Wire(CW)メタ材料などを導入した系において、基準振動モード分裂を観測した¹⁾²⁾。これは共振器中の電場と電気双極子の結合に起因しており、通常物質において可視域などでも見られる真空 Rabi 分裂や共振器ポラリトンと類似の現象と考えられる。一方、メタ材料においては電氣的な応答のみならず、磁氣的な応答を示すものが多く、通常物質においては起こりえない新しい現象なども期待できる。

本研究では磁場と磁気双極子の結合に着目し、磁氣的な応答を示すメタ材料である Rectangular Hole(RH)を微小共振器に導入した試料を実際に作製し、その透過スペクトルを THz 時間領域分光法により測定した。RH とは導体板に長方形型の開口を設けた構造であり、光を入射すると磁氣的共鳴に起因した透過ピークが表れるという特徴を持つ。この RH を共振器内に導入する際に通常ファブリーペロー共振器において電場と磁場のモードの位相が 90° ずれていることを考慮する必要がある。今回、このことを考慮して WG と RH を向かい合わせた構造(WGRH)を考案した。この構造の模式図および共振器の基本モードにおける電磁場の模式図を Fig. 1 に示す。電場(E)が共振器の中央部で大きく増強しているのに対して、磁場(H)は共振器の端部において増強している。これにより、共振器内の強い磁場と RH の磁気モーメントが強く結合し得る。Fig. 2 の(a)に今回作製した試料の透過スペクトル、(b)に FDTD 法によるシミュレーション結果を示す。実線は WGRH、破線は RH である。透過率の減少やピーク幅の広がりが見られるが全体的に一致しており、磁場と磁気双極子の結合に起因した基準振動モード分裂の観測に成功した。

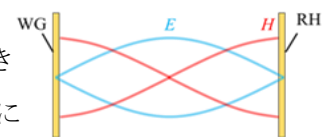


Fig. 1: Schematic illustration of electromagnetic field in the structure.

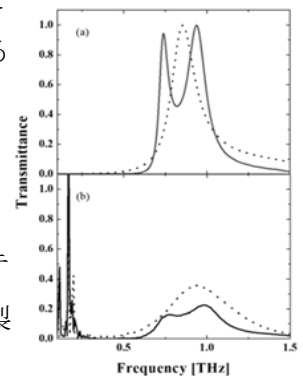


Fig. 2: Transmission spectra of the WGRH used in this experiment, solid line of (a) is an FDTD simulation of the designed sample, and solid line of (b) is a result of measurement by THz-TDS of a fabricated sample. Dashed lines are those of the RH without WG.

1) D. Nguyen et al., J. Appl. Phys., **128**, 0731102 (2020).

2) D. Nguyen et al., J. Phys. Soc. Jpn., **91**, 044403 (2022)