

積層型メタルスリットアレイの光学共鳴モードの THz 計測

THz spectroscopy of optical resonance modes in stacked metallic slit arrays

○坂口 浩一郎¹, 高野 恵介², 加藤 康作³, 中嶋 誠³, 徳田 安紀¹

(¹岡山県立大 情報工学部、²信州大 環境・エネルギー材料科学研究所、³阪大レーザ研)

○Koichiro Sakaguchi¹, Keisuke Takano², Kosaku Kato³, Makoto Nakajima³ and Yasunori Tokuda¹

(¹Okayama Prefectural Univ. ²Shinshu Univ. ³Osaka Univ.)

E-mail: koichiro@c.oka-pu.ac.jp

波長より短いスリット周期を持つメタルスリットアレイ(MSA)は、誘電体的な性質を示すことが知られている[1]. 我々は、積層型 MSA をテラヘルツ帯の光学素子に利用することを目的として、その光学共鳴モードの振舞いを調べている[2, 3]. 本研究ではテラヘルツ時間領域分光法(THz-TDS)により 2 段型 MSA の透過スペクトルを測定し、時間領域有限差分法(FDTD)による計算結果と比較した.

本研究では、真鍮板にワイヤー放電加工を施すことでスリット周期 d が $500\ \mu\text{m}$, スリット高さ h が $1000\ \mu\text{m}$ の MSA を作製した. 図 1 に実験で調べた 2 段型 MSA の模式図を示す. 2 枚の MSA 試料の空気層幅 s を変えながら、垂直入射に対する透過スペクトルを THz-TDS により測定した. また同じ構造について完全導体を仮定し FDTD シミュレーションを行った.

図 2 はスリット幅 w が $150\ \mu\text{m}$ の THz-TDS による測定結果(a)と FDTD シミュレーションによる計算結果(b)である. この系の回折限界周波数(c/d)である $0.6\ \text{THz}$ 以下の周波数において複数の Fabry-Perot 的導波路共鳴モードが見られ、両者は極めてよく一致している. 詳細に見ると、偶数次モード(D_6)がブルーシフトし、 $s = 180\ \mu\text{m}$ 付近で奇数次モード(D_7)と干渉することで透過光が消失する様子[2]や、 D_5 モードが $s = 80\ \mu\text{m}$ 付近で消失している様子など、通常の誘電体多層膜では見られない積層型 MSA 特有の特性が実験的にも観測されていることが分かる. また w を変えた試料についても同様に実験を行った結果、いずれの場合もシミュレーションとよく一致していることを確認した. それらの結果から、積層型 MSA の光学共鳴モードの振舞いがスリット幅によってどのように変化するかについても調べた.

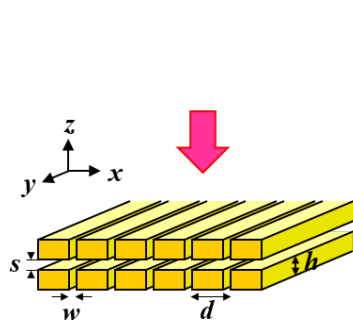


図 1 MSA の構造

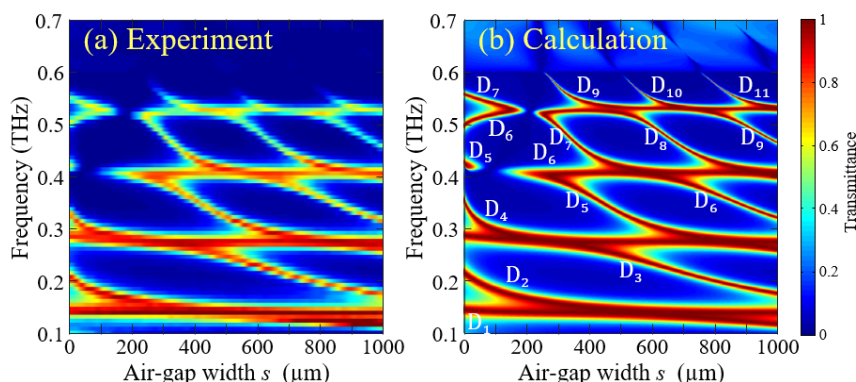


図 2 透過スペクトルの空気層幅依存性

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP16K04982 の助成を受けて行った.

【参考文献】

- [1] J. T. Shen *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 197401 (2005). [2] Y. Tokuda *et al.*, Appl. Phys. Express **9**, 032201 (2016).
[3] Y. Tokuda *et al.*, AIP Advances **7**, 035209 (2017).