

メタマテリアルを含む THz 帯ファブリーペロー微小共振器の FDTD 解析

FDTD Analysis of Fabry-Pérot micro cavity including Metamaterial in terahertz regime

香川大工, [○]岡部京介, 谷口雅輝, 井上晶太, 中西俊介, 下川房男, 鶴町徳昭

Kagawa Univ., [○]Kyosuke Okabe, Masaki Taniguchi, Syota Inoue, Syunsuke Nakanishi,

Fusao Shimokawa, and Noriaki Tsurumachi

E-mail: tsuru@eng.kagawa-u.ac.jp

共振器中の光と物質の相互作用は、その結合の大きさによって弱結合と強結合の 2 種類に分類される。弱結合領域で生じる現象としては Purcell 効果、強結合領域では真空ラビ分裂、共振器ポラリトンが知られている。これらは様々な応用が期待され基礎研究、応用研究を問わず注目を集めており、我々のグループも可視域及び THz 帯の微小共振器を用いてこれまで研究を行ってきた。

特に THz 帯においては多層膜鏡を用いたファブリーペロー(FP)微小共振器構造において THz 波の発生・検出の増強などの弱結合領域に関する研究を行ってきた[1]。今回、THz 帯の強結合現象に着目し、共振器を形成するミラー及び共振器内部の物質としてメタマテリアルを用いた構造の透過特性を FDTD 法により計算した。

メタマテリアルとは、微細な構造を組み合わせることにより任意の周波数での電磁特性を自在に設計することのできる人工物質である。今回は FP 微小共振器の高反射率鏡としてワイヤーグリッド(WG : Wire Grid)構造を、共振器内に挿入する物質として高屈折率を示すことで知られる I 型構造メタマテリアルを用いた。この I 型構造は、透過スペクトル中に共鳴によるディップを示す。

まず、WG を用いたミラーについて述べる。これは金属細線を周期的に配列した構造であり、THz 帯の偏光子として知られている。この構造においてはワイヤーの長軸方向に対し平行な偏光を反射するため、これを反射鏡として

用いることを考えた。この構造の場合ワイヤーの幅 D 、ピッチ P を変えることで反射率の大きさ、即ち共振器の Q 値の微細な制御が可能である点が多層膜ミラーにはないユニークな特徴となる。Fig.1(a)は WG の、(b)は I 型構造を含む微小共振器の模式図である。

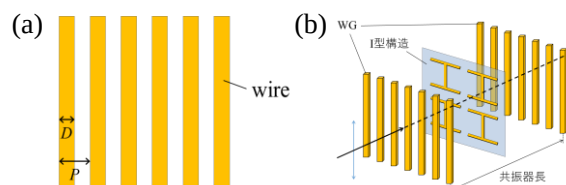


Fig.1 (a) Schema of wire grid. (b) Setup of micro cavity

用いた WG の反射スペクトルを Fig.2(a)に、WG 共振器単体の透過スペクトル(黒破線)と共振器中に I 型構造を挿入した場合の透過スペクトル(赤実線)を(b)に示す。WG を用いることでその反射率に応じた共振モードが形成できていることがわかる。一方、共振器中に I 型構造がある場合は、2 つの共振モードの結合のため、FP 共振器単体では 0.9THz 付近にあった透過ピークが 2 つに分裂しているように見える。詳細な議論や他のメタマテリアルを挿入した場合については当日発表する。

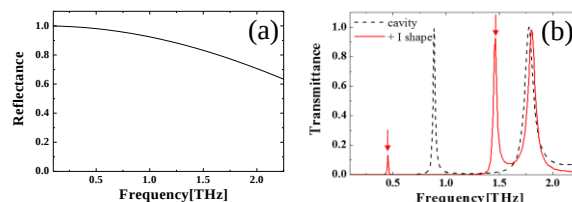


Fig.2 (a) Reflectance of WG. (b) Transmittance of WG micro cavity (black dashed line) and cavity + I shape metamaterial (red line).

[1] H. Shirai *et al*, J. Opt. Soc. Am. B, Vol. 31, 1393 (2014).