

## 双極子-四重極子結合によるプラズモン誘起透過の多波長化

### Multi-spectral plasmon induced transparency via dipole and dual-quadrupole coupling

阪大院工<sup>1</sup>, フォトニクスセ<sup>2</sup> ○廣畑 純平<sup>1</sup>, 宮田 将司<sup>1</sup>, 長崎 裕介<sup>1</sup>, 高原 淳一<sup>1,2</sup>

Graduate School of Eng.<sup>1</sup>, Photonics Advanced Research Center, Osaka Univ.<sup>2</sup>

○Hirohata Jumpei<sup>1</sup>, Masashi Miyata<sup>1</sup>, Yusuke Nagasaki<sup>1</sup>, Junichi Takahara<sup>1,2</sup>

E-mail: hirohata@ap.eng.osaka-u.ac.jp

プラズモン誘起透過 (PIT) はアンテナ共鳴ピーク中にシャープな透過バンドが生じる現象であり, スwitching 素子や高感度センサーなど, 様々な応用の可能性をもつ現象として大きな注目を集めている[1,2]. 通常, PIT による透過ピークの波長はアンテナの共鳴波長と対応しており, 単一の波長においてのみ実現される. 本研究では, 長さの異なる二つの四重極アンテナを用いることで複数の波長領域で同時に透過ピークを観測することに成功したのでこれを報告する[3]. この結果は, 多波長での高感度センサーなど PIT での応用の可能性をさらに広げるものとして期待できる.

Figure 1 に本研究で作製したメタマテリアル構造を示す. シリコン基板上に金属微細構造を作製した. 微細構造は, 図中  $y$  方向の双極子アンテナと図中  $x$  方向の四重極子アンテナ二本から構成される. 微細構造のパターニングにはマスクレス UV リソグラフィーおよびリフトオフプロセスを用いた. 光学特性は FT-IR を用いて測定した.

Figure 2 は試料表面に垂直に光を入射した際の透過スペクトルの結果である. 図中に示した三種類の構造はそれぞれ, 一方の四重極アンテナの長さが異なった構造となっている. 二本の四重極アンテナの長さがともに等しい構造では図中 A 点において, 一本の急峻な透過ピークを確認することができる. 一方, 四重極アンテナの長さがわずかに異なる構造では図中 B, C 点の二点において透過ピークが発現した. 四重極アンテナをさらに短くした構造では透過ピークは一点でのみ確認された. これらの透過ピークは, 双極子と四重極子の間の干渉効果で説明することができる. また, 実験で得られた透過スペクトルは Rigorous coupled-wave analysis (RCWA)法による計算値ともよく一致することを確認した. 本発表では, Finite-difference time-domain (FDTD)法により取得した電場分布を用いた原理考察についても報告する.

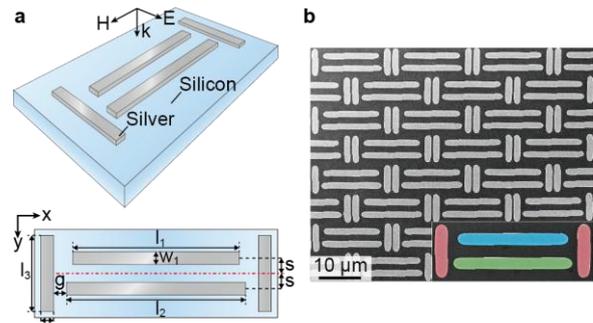


Fig. 1. Structural geometry of PIT metamaterials with dipole and dual-quadrupole coupling. (a) Schematic diagram of a PIT metamaterial. The silver thickness is 100 nm. (b) Normal view of the sample. Inset: Enlarged view. The dipole antennas are indicated in red and quadrupole antennas are indicated in blue and green, respectively.

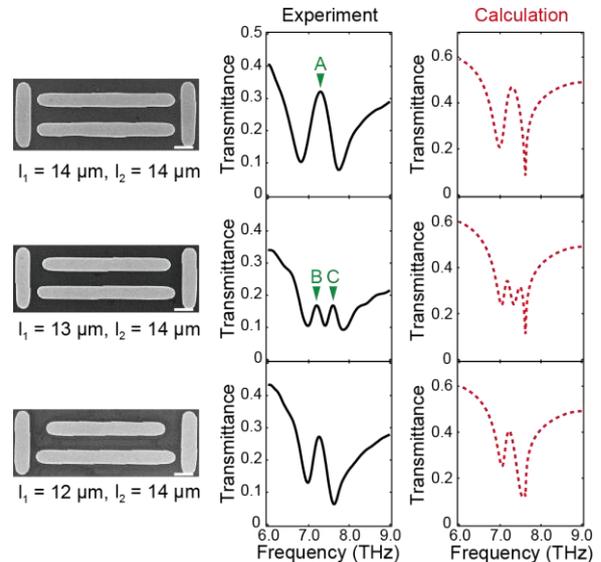


Fig. 2. Experimental transmittance in dependence on the wire length  $l_1$ . Left column shows SEM images of the corresponding structures. The scale bars are 2  $\mu\text{m}$ . Black and red curves represent the experimental and calculated transmittance spectra, respectively.

[1] S. Zhang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **101**, 047401 (2008).

[2] N. Liu *et al.*, Nat. Mater. **8**, 758 (2009).

[3] M. Miyata, J. Hirohata *et al.*, Opt. Express. **22**, 11399 (2014).