

連結プラズモンアンテナを用いた 可視光領域におけるブライト・ダークモード結合

Bright-dark mode coupling of connected plasmon antennas in the visible wavelength

阪大院工¹, フォトニクスセ² ○宮田 将司¹, 廣畑 純平¹, 高原 淳一^{1,2}

Graduate School of Eng., Osaka Univ.¹, Photonics Advanced Research Center, Osaka Univ.²,

○Masashi Miyata¹, Jumpei Hirohata¹, Junichi Takahara^{1,2}

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

プラズモン共鳴アンテナにおける bright-dark モード結合は、各モードの共鳴周波数やモード間の結合の強さにより、プラズモン誘起透明化 (PIT) や Fano 共鳴などを引き起こす[1,2]。これまで bright-dark モード結合の実験的実証は、主に近・中赤外光領域で行われてきたが、可視光領域における報告はほとんどない。これは bright-dark モード結合に必要なナノギャップ (1-10 nm) の作製および制御が非常に困難なためである。そこで本研究では、ナノギャップを必要としない連結プラズモンアンテナをデザインし、可視光領域における PIT スペクトルの観測に成功したのでこれを報告する。

本研究では、Babinet の法則に従いスロットアンテナにおける反射スペクトルの測定を行うことで、bright-dark モード結合の実証を行った。Figure 1 に連結プラズモンアンテナを示す。本アンテナは双極子アンテナ (bright モード) と四重極子アンテナ (dark モード) の連結構造から成る。光を構造に入射すると、bright モードのみが入射光と結合し、誘起および伝導結合を通じて dark モードと強く干渉することで反射スペクトルを大きく変化させる。

Figure 2 に試料表面に光を垂直入射した際の反射スペクトルを示す。ここでは、四重極子アンテナの位置 s を制御することで、モード間の結合を変化させた。 $s = 0$ nm の場合、構造の対称性からモード間の結合はなく、双極子アンテナのプラズモン共鳴を示す。一方、 $s = 15$ nm および $s = 30$ nm の構造では、bright-dark モード結合が生じ、二つのディップの間に急峻な反射ピークが確認できる。また、これらのスペクトルは Rigorous coupled-wave analysis (RCWA) 法による計算値とよく一致する。以上の結果は、可

視光領域における PIT の実現を意味する。本発表では、同様の原理に基づく異なったデザインのアンテナについても報告する予定である。

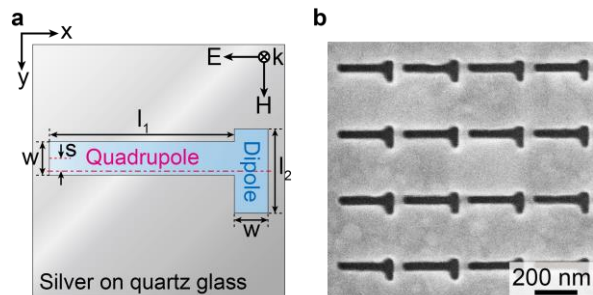


Fig. 1. Structural geometry of connected plasmon antennas. (a) Schematic view of the antenna. (b) Scanning electron microscopy (SEM) image of the antennas. The structures were fabricated by using focus ion beam milling.

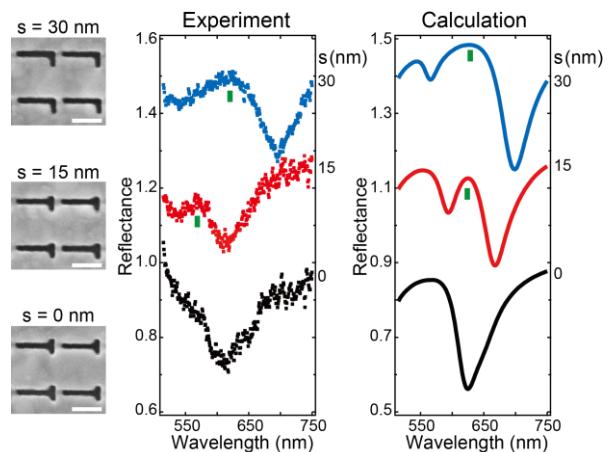


Fig. 2. Experimental and calculated reflectance spectra in dependence on lateral displacement s . SEM images of the corresponding structures are shown in the left column. The scale bars are 200 nm.

Reference

- [1] N. J. Halas *et al.*, Chem. Rev. **111**, 3913 (2011).
- [2] M. Miyata *et al.*, Opt. Express **22**, 11399 (2014).