

誘電体メタサーフェスのトロイダル双極子共鳴による発光特性制御

Tailoring Photoluminescence via Toroidal Dipole Resonance in a Dielectric Metasurface

神戸大院工¹, JST さきがけ² ○長谷部 宏明¹, 杉本 泰^{1,2}, 雛本 樹生¹, 藤井 稔¹

Kobe Univ.¹, JST PRESTO²,

○Hiroaki Hasebe¹, Hiroshi Sugimoto^{1,2}, Tatsuki Hinamoto¹, Minoru Fujii¹

E-mail: sugimoto@eedept.kobe-u.ac.jp

メタサーフェスは高NAレンズや高感度センシングなどナノフォトニクス技術を駆使した新たな光デバイスへの応用が期待されている。近年、ナノアンテナとしてMie共鳴を示す高屈折率誘電体ナノ構造が広く用いられている。我々は、基本的な電気・磁気多重極子モードに加え、トロイダル双極子モードに着目して研究を行っている。前回の講演で、直径/高さ比の大きなシリコン(Si)ナノディスクを六方格子状に配列した構造において、平面内で結合したトロイダル双極子共鳴が誘起されることを見出し、著しい電場増強が生じることを理論・実験の両面から明らかにした[1,2]。今回はSiメタサーフェス上にナノ発光体を配置し、ナノディスクアレイのトロイダルモードが発光に与える効果について、発光スペクトル・強度・指向性の観点から明らかにする。

図1(a)左図に作製したSiメタサーフェスの模式図を示す。直径450 nm、高さ50 nmのSiナノディスクが周期500 nmで六方格子に配列したナノディスクアレイ上に平均粒径3.5 nmのコロイドSi量子ドット[3]をドロップコートした。図1(a)右図のSEM像より、量子ドットの凝集体などが観察されず、均一に量子ドット膜が形成されていることが示唆される。図1(b)にメタサーフェス上の量子ドットの発光スペクトル(黒線)を示す。リファレンスのシリカ上に配置した量子ドットの発光スペクトル(灰色破線)に対して、メタサーフェス上の発光スペクトルは波長790 nmにおいて狭帯域なピークが現れている。また、その波長域で強度が増大している。図1(b)赤線はメタサーフェスの透過スペクトルを表しており、トロイダル双極子共鳴由来の透過スペクトルのディップが見られる波長と発光のピークが一致している。これは、量子ドットの発光がメタサーフェスと結合していることを支援している。講演ではFDTD計算による解析と角度分解スペクトル測定の結果から、トロイダル双極子共鳴が発光効率や指向性に及ぼす影響を議論する。[1] 長谷部他, 2020 年秋季第 81 回応用物理学会, 11a-Z17-10 [2] H. Hasebe, *et al.*, *Advanced Optical Materials* 20, 2001148(2020) [3] H. Sugimoto, *et al.*, *The Journal of Physical Chemistry C* 117, 11850(2013)

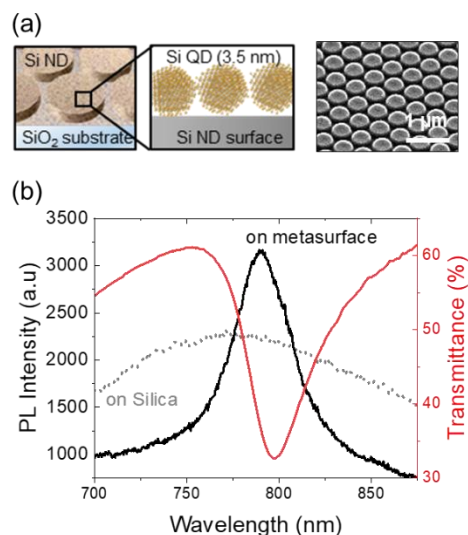


Figure 1 (a) (left) Schematic image of Si nanodisk metasurface on which Si quantum dot (Si QD) monolayer is placed. (right) SEM image. (b) PL spectra of Si QDs on metasurface (black curve) and on silica (gray dashed curve). Corresponding transmittance spectrum is also shown as red curve.