

Metal Film Over Nanosphere 構造におけるシリコン量子ドット単層膜の 吸収断面積および発光再結合レートの同時増強

Metal Film Over Nanosphere Structure for Simultaneous Enhancement of Absorption Cross Section and Radiative Rate of Silicon Quantum Dot Monolayer

神戸大院工¹ ◦井上 飛鳥¹、杉本 泰¹、藤井 稔¹

Kobe Univ¹ ◦Asuka Inoue¹, Hiroshi Sugimoto¹, Minoru Fujii¹

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

シリコン(Si)量子ドットは可視-近赤外に制御可能な発光を示し、高い光安定性及び化学安定性を示す生体親和性ナノ材料であることから電子デバイスやバイオ分野での応用が期待されている。しかし、Si 量子ドットは間接遷移型半導体であるバルク Si の特性を継承しており、可視-近赤外領域での吸収断面積が小さく、発光再結合レートが低いという課題を有している。これらの課題を解決すべく、プラズモン共鳴を有する金属ナノ構造を用いて Si 量子ドットの吸収断面積および発光再結合レートの増大に関する研究が行われており、これらを同時に増大させることで更なる発光特性の改善が期待される。本研究では、Si 量子ドット単層膜の吸収断面積および発光再結合レートをプラズモン基板により同時に増大させ、発光特性の向上を行った。

Si 量子ドット単層膜作製には、本研究室で開発したコロイド状全無機 Si 量子ドットを用いた[1]。プラズモン基板として、ポリスチレン球(直径 350 nm)を配列した基板上に銀薄膜(200 nm)を蒸着した AgFON (Ag Film Over Nanosphere)構造を用いた。Si 量子ドット単層膜とプラズモン基板の距離を、Layer by Layer 法により作製したポリマー層の層数により高精度に制御し、プラズモン基板が Si 量子ドットの単層膜に与える影響に関して詳細に評価した (図(a))。6 層のポリマー層及び Si 量子ドット単層膜を有する AgFON 構造は 400-500 nm および 650-800 nm の領域にプラズモン共鳴を有する (図(b))。短波長側の吸収領域である 457.9 nm で、Si 量子ドット単層膜 (AgFON 構造及び 6 層のポリマー上) を励起した際の発光スペクトルを図(c)に示す。シリカ基板上の発光に比べ、発光スペクトル形状が変化し、発光が著しく増強されていることがわかる。これは Si 量子ドット単層膜の吸収断面積および発光再結合レートが同時に増強されたことに起因する。

[1]H. Sugimoto et al., *J. Phys. Chem. C*, 117, 11850, 2013

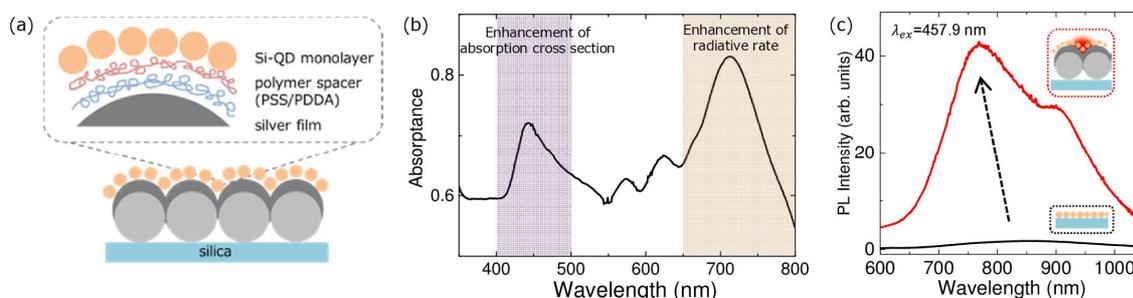


Figure (a) Schematic diagram of Si-QD monolayer on AgFON substrate, (b) absorbance spectrum of Si-QD monolayer on AgFON substrate, (c) photoluminescence spectra of Si-QD monolayer on silica (black) and AgFON (red) substrate. The number of polymer layer is 6.