表面プラズモン共鳴による CdSe/ZnS 量子ドット薄膜の発光増強(2)

Enhancement of Photoluminescence from Thin Layers of CdSe/ZnS Quantum Dots

by means of Surface Plasmon Resonance (2)

阪府大工 ^O中村俊樹, 松山哲也, 和田健司, 岡本晃一

Osaka Pref. Univ. °T. Nakamura, T. Matsuyama, K. Wada, K. Okamoto

E-mail: nakamura0617@pe.osakafu-u.ac.jp

<u>1. はじめに</u>

表面プラズモン(Surface Plasmon: SP)を制御・ 利用するプラズモニクスにおいて,赤色光の発 光増強の場合 Au が多く用いられる. 我々は以 前,金属薄膜上の緑色量子ドット(Quantum Dots: QDs)の発光増強について報告した[1]. 発光増強は金属ナノ構造に強く依存し,基板加 熱によっても増強が変化するが,その詳細な機 構については不明な点も残されている.本研究 では金属基板上の赤色 QDs の発光増強につい て,金属種および膜厚,絶縁薄膜,基板加熱の 影響について調べた.

<u>2. 実験</u>

高真空抵抗加熱蒸着によって Al₂O₃ 基板に Au 層 (50 nm) または Ag 層 (22/25/26.5/28 nm) を堆 積させた. Ag 試料については電気炉により 250℃で 30 分間の加熱処理を行った. さらに各 試料に対し 10 nm の誘電体層を RF スパッタも しくは原子層堆積法により成膜した. RF スパ ッタでは SiO₂ を成膜し,原子層堆積法では Al₂O₃ を成膜し,反応温度を 250℃とするため 電気炉による金属基板加熱を省略した.最後に CdSe/ZnS QDs(量子収率: 51%,発光波長: 608 nm)のトルエン溶液を金属薄膜上に 5000 rpm で1分間スピンコートし薄膜を形成した. 3.結果と考察

Fig. 1 に Au 試料および Ag 試料(26.5 nm)の 発光スペクトルを示す. Au 試料について Al₂O₃, SiO₂ 成膜により Au と QDs の直接接 触が防がれ増強度は回復したものの, それぞれ 1.0 倍, 1.3 倍に留まった.

Ag 試料について, 基板加熱により消光から発

光増強に転じた.これは加熱によって Ag 微粒 子が形成され,局在型 SP 共鳴を起こしたため であると考える.また以前の報告[1]では膜厚 15 nmの Ag 薄膜加熱基板での発光増強度が 1.8 倍であったのに対し,本研究の 26.5 nm では 0.96 倍であった.この要因として Ag 微粒子の 粒径増大に伴い,消光スペクトル(Fig. 2)の双 極子振動モードのピーク波長は長波長側へシ フトし,さらに Extinction が減少するためであ ると考える.一方,Fig. 2 から Al₂O₃ を成膜し た試料の増強度については,ピーク波長が QDs 発光波長と最も近くなる膜厚 26.5 nm の Ag 薄 膜加熱基板ではなく,25 nm の 3.9 倍が最も高 い結果となった.

これらの結果も含めて,より詳細な発光増強 機構について当日議論する.



Fig. 1 PL spectra on Au(a) or Ag(b).



Fig. 2 Extinction spectra of Ag particle and enhancement factor with Al₂O₃ thin layers.
[1] 応用物理学会春講演会, 11p-PB1-6 (2019).