

# CdSe/ZnS 量子ドットの銀とアルミニウムの加熱基板による発光増強

## Enhanced Emission from CdSe/ZnS Quantum Dots on heated Silver and Aluminum Substrate

大阪府大院・工 〇中村俊樹, 村尾文弥, 松山哲也, 和田健司, 岡本晃一

Osaka Pref. Univ. 〇T. Nakamura, F. Murao, T. Matsuyama, K. Wada, K. Okamoto

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

### 1. はじめに

表面プラズモン(Surface Plasmon : SP)を制御・利用するプラズモニクスは, LED をはじめとする発光素子の高効率化への応用が期待されている. 可視光の増強においては Ag または Au が用いられるが, 条件によっては深紫外波長域に SP 共鳴をもつ Al によって緑色発光が著しく増強される場合もある [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量子ドット (QD) の発光増強について, 金属種や基板加熱の影響を調べたので報告する.

### 2. 実験

高真空抵抗加熱蒸発によって  $\text{Al}_2\text{O}_3$  基板に Ag または Al 層を 15 nm 堆積させ, 電気炉で 200 °C, 30 分間加熱した. 用いた CdSe/ZnS QD (Evident Technology) は粒子径~2 nm, 量子効率 30~50 %, 発光ピーク波長 490 nm である. QD のトルエン溶液を金属薄膜上に 5000 rpm で 1 分間スピコートし, 薄膜を形成した. 発光スペクトルは水銀ランプ励起の蛍光顕微鏡を用い, マルチチャンネル分光器で検出した.

### 3. 結果と考察

Fig.1 に結果を示す. Ag 薄膜試料については, 発光増強ではなく消光が確認された. これまで厚く積んだ Ag 上においては発光増強が得られたのに対し, 15 nm の薄膜では, Ag/QD 界面と裏側の Ag/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  界面の SP の相互作用によって消光したと考えられる. また QD が金属に直接接触した場合の金属薄膜へのエネルギー移動も消光の要因となる. 基板加熱を行ったところ, 発光は若干強くなったが,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  基板上と比べ

ると発光はまだ減少したままである.

これに対し Al 上の QD においては, 加熱前から発光増強が観測された. SP の共鳴条件を考慮すると青色発光に対しては Ag の方が有効であるにも関わらず, Al 薄膜上において増強するという予想外な結果が得られた. Al 薄膜を 200 °C で加熱することにより, 発光はさらに増加した. 走査型プローブ顕微鏡で観測したところ, Al 表面の構造は加熱後も薄膜のままで目立った形状変化は見られなかった. この原因として, 基板加熱により表面数 nm が酸化膜となり QD の直接接触による消光を防いだこと, Al の結晶性が変化したこと, ナノグレイン構造が変わり光取り出し効率が変化したことが考えられる. それらを解明するために, 金属薄膜及び加熱処理が内部量子効率, 光取り出し効率, 光吸収効率に与える効果について検証する.

[1] Appl. Phys. Lett. 106, 121112 (2015)

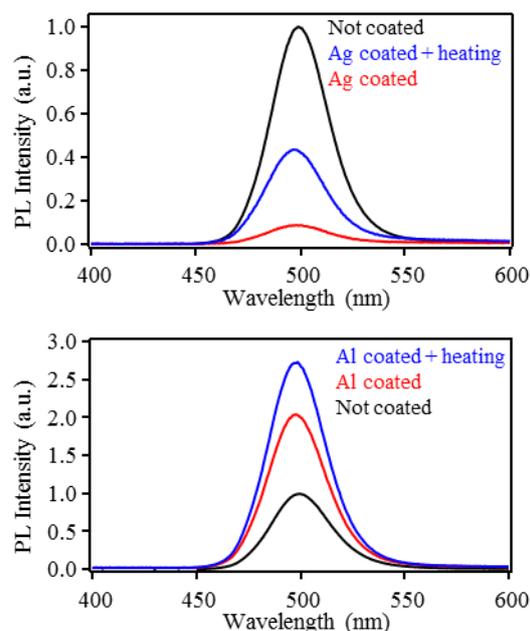


Fig.1 金属基板上的 CdSe/ZnS QD の発光増強