

アルカリ金属ドーピングによる Ag-In-Ga-S 量子ドットの発光の高効率化と EL デバイスへの応用

(名大院工¹・阪大院工²・NHK 技研³) ○都澤諒¹、宮前千恵¹、亀山達矢¹、本村玄一^{2,3}、岩崎有希子³、都築俊満³、上松太郎²、桑畑進²、鳥本司¹

Improvement of photoluminescence intensity of Ag-In-Ga-S quantum dots with alkaline metal doping and their application to electroluminescence devices (¹Graduate School of Engineering, Nagoya Univ., ²Graduate School of Engineering, Osaka Univ., ³NHK STRL) ○ Makoto Tozawa,¹ Chie Miyamae,¹ Tatsuya Kameyama,¹ Genichi Motomura,^{2,3} Yukiko Iwasaki,³ Toshimitsu Tsuzuki,³ Taro Uematsu,² Susumu Kuwabata,² Tsukasa Torimoto¹

Quantum dots (QDs) are attractive materials for optical devices because the bandgap is controllable by their particle size and composition. Recently we have reported low-toxic Ag-In-Ga-S (AIGS) QDs showing a narrow band-edge photoluminescence (PL) peak with the quantum yield (QY) of 28%¹⁾. In this study, we report the improvement of PL property of AIGS QDs by Na doping. The obtained QDs had a core-shell structure composed of Na-doped Ag-In-Ga-S (ANIGS) core of ca. 4 nm and GaS_x shell and predominantly exhibited a narrow band-edge PL peak at ca. 560 nm with the PL QY of 39%. An electroluminescence (EL) device fabricated with ANIGS QDs showed a sharp emission peak originating from the band-to-band transition of QDs.

Keywords : Quantum dot; Multinary semiconductor; Band-edge photoluminescence; Electroluminescence device

サイズが数 nm の半導体ナノ粒子は量子ドット (QD) と呼ばれ、粒径の減少とともにバンドギャップが増大することから、新たな光機能材料として注目されている。当研究室では I-III-VI 族半導体を用い、従来の Cd 系 QD で懸念されていた毒性の問題を克服しつつ、色純度の高いバンド端発光を示す Ag-In-Ga-S (AIGS) 量子ドットの合成に成功した¹⁾。この QD は、組成制御によって

500~600nm の範囲で発光波長を自在に変調できる。本研究では、この AIGS 量子ドットの I 族サイトに置換しうる Na をドーピングし、さらなる光学特性の向上を目指した。

Fig. 1 挿入図に、合成した Ag-Na-In-Ga-S (ANIGS) QD の HAADF-STEM 像を示す。1 段階の液相合成によって、粒径が約 4 nm の ANIGS 粒子を作製することに成功した。この粒子は、波長 560 nm にピーク幅の狭いバンド端発光を示した (Fig.1)。発光量子収率は、Na ドーピングのない AIGS QD のもの (28%) よりも大きくなり、39%まで向上した。この量子ドットを発光層に用いて EL デバイスを作製したところ、バンド端発光に由来するシャープな EL 発光ピークが観察された。

1) T. Kameyama, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **2018**, 10, 42844.

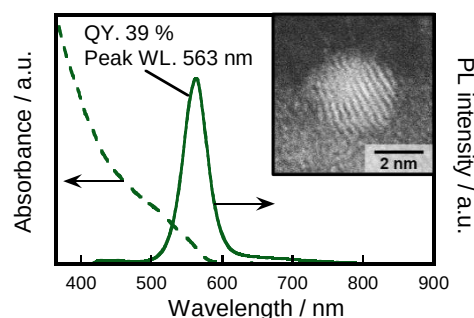


Fig. 1 Absorption and PL spectra of ANIGS QDs. (inset) A HAADF-STEM image of a ANIGS QD.