

アニオン・配位子置換によるペロブスカイト量子ドット LED の高性能化

Anion and Ligand Exchange Perovskite Quantum-Dots for Highly Efficient LEDs

山形大院有機シス¹ ○千葉貴之¹, 林幸宏¹, 保志圭吾¹, 城戸 淳二¹

Takayuki Chiba¹, Yukihiro Hayashi¹, Keigo Hoshi¹, Junji Kido¹

Dept. of Organic Materials Science, Yamagata Univ.¹, E-mail: T-chiba@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】ハロゲン化鉛ペロブスカイト構造を 20 nm 以下にナノ結晶化したペロブスカイト量子ドットは(CsPbX_3 , $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$), 化学組成および粒径サイズにより可視光全域で発光波長の制御が可能であり、100%に迫る発光量子収率と半値幅の狭いシャープな発光スペクトルを示すことから、次世代発光材料として大きく注目を集めている¹⁻³。本研究では、ペロブスカイト量子ドットの表面配位子と化学組成が発光特性や発光デバイス(LED)特性に与える影響について検証した。ペロブスカイト量子ドットの配位子交換^{1,2}やハロゲンアニオン交換³といった『追処理技術』により、ハロゲンアニオン欠陥を抑制することで、ペロブスカイト量子ドット LED の高性能化を実現した。

【実験】緑色発光を示す CsPbBr_3 とハロゲンアニオン塩を用いたハロゲンアニオン交換により、赤色ペロブスカイト量子ドット $\text{CsPb}(\text{Br/I})_3$ を合成し、LED へと応用した。ハロゲンアニオン塩には長鎖アルキル基アンモニウム塩のオレイルアミンヨウ素(OAM-I)と、アリール基を有するアニリンよう化水素酸塩(An-HI)を用いた(Fig1)。ハロゲンアニオン交換により、最大発光波長はアニオン交換前の 508 nm から、644 nm(An-HI)および 649 nm(OAM-I)と長波長化を示した。アニオン交換前では、鉛に対してのハロゲンアニオンの組成比が 1:2.87 であるのに対し、アニオン

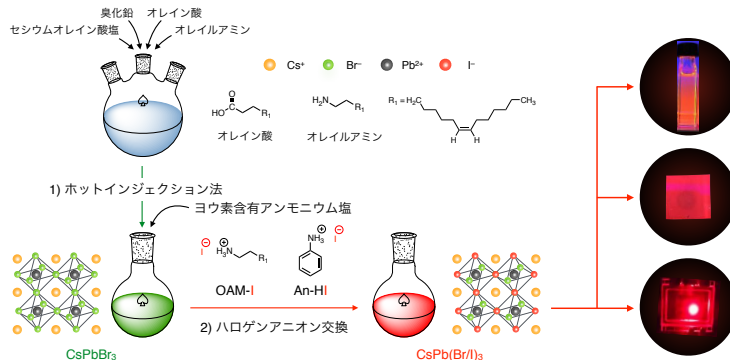


Fig 1. Anion exchange for perovskite LEDs

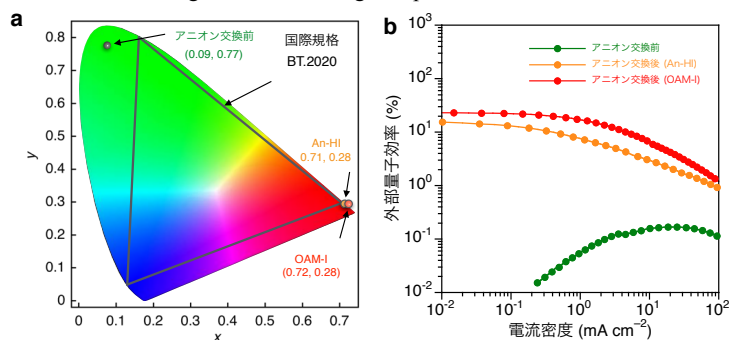


Fig 2. Perovskite LEDs characteristics (a) CIE and (b) EQE

交換した $\text{CsPb}(\text{Br/I})_3$ は 1:3 となり、アンモニウム塩がハロゲンアニオン欠陥を効果的に補填していると考えられる。また、アニオン交換後により、発光量子収率が向上することを明らかにした。

ハロゲンアニオン交換したペロブスカイト量子ドット LED の発光波長と CIE 色度は、OAM-I で 653 nm・(0.72, 0.28)、An-HI で 645 nm・(0.71, 0.28)となり、4K・8K に対応する国際色域規格 BT.2020 の赤色領域を十分に満たしている(Fig 2a)。OAM-I では、世界最高水準の外部量子効率 21.3%を達成し、An-HI についても 14.1%と高い効率を示した(Fig 2b)。An-HI でハロゲンアニオン交換した LED の耐久寿命は、OAM-I を用いた場合(輝度半減 5 分)よりも 36 倍の長寿命化(輝度半減 180 分)を示した。

【参考文献】1) T. Chiba et al, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 9, 18054-18060 (2017), 2) T. Chiba et al, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 10, 24607-24612 (2018), 3) T. Chiba et al, *Nat. Photon.*, 12, 681-687 (2018).