金属塩 $NdCl_3$ ドープによる青色準 2D ペロブスカイト LED の高効率化

Improvement of efficiency of blue quasi-2D perovskite LED by doping metal salt $NdCl_3$

°森山玲音[1]、鄭宇宏[1]、千葉貴之[1, 2, 3]、江部日南子[1]、城戸淳二[1, 2, 3]
（1. 山形大院有機、2. 山形大有機エレ研セ、3. 山形大有機材料セ）
°Reine Moriyama [1], Cheng Yu-Hong [1], Takayuki Chiba [1,2,3], Hinako Ebe [1], Junji Kido [1,2,3]
(1. Grad. Schl. of Org. Mater. Sci., Yamagata Univ., 2. Research Center for Organic Electronics, 3. Frontier Center for Organic Materials)
Email: T-chiba@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】

準 2D ペロブスカイトは、PbX_6 八面体無機層がフェニルエチルアンモニウムなどの有機カチオンで挟まれたナノプレート構造を有し、無機層の厚さ (n) によりバンドギャップ (E_g) を調整することができる (量子閉じ込め効果)。また、簡便な塗布プロセスにより作製可能であり、優れた色純度と発光量子収率 (PLQY) を示すことから次世代 LED 材料として期待されている。準 2D ペロブスカイト膜は、異なる n 相 (n=1~∞) のドメインで構成されており、ワイドギャップな低次元相からナローギャップな高次元相へエネルギー移動することで、緑および赤色 LED の高性能化を達成している[1-3]。しかしながら、低次元相により PLQY が低下するため、青色 LED では低いデバイス性能に留まっている [4]。本研究では、金属塩 $NdCl_3$ をドープすることで、青色準 2D ペロブスカイト層の低次元相の制御と LED の高性能化を試みた。

【実験方法・実験結果】

臭化セシウム、臭化鉛、塩化鉛、臭化フェニルエチルアミンをジメチルスルホキシド溶媒に溶解し、標準前駆体溶液 (Pristine) を調整した。また、標準前駆体溶液に金属塩 $NdCl_3$ を添加し、$NdCl_3$ 前駆体溶液 ($NdCl_3$ dope) を作製した。調整した前駆体溶液をスピンコートおよび加熱乾燥 (80°C 10 分間) により、準 2D ペロブスカイト膜を作製した。$NdCl_3$ 添加したペロブスカイト膜は、青色発光 (発光波長 465 nm) において、PLQY が 10%から 35%へと向上した。また X 線回折測定より、非放射失活に起因する低次元相 (n=1,2) の減少を確認した。さらに $NdCl_3$ 添加した準 2D ペロブスカイト LED は、純青色発光 477 nm において、最大輝度 684 cd/m^2 および最大 EQE 2.7% を達成し、高効率化に成功した (Fig. 1b, c)。以上の結果より、金属塩 $NdCl_3$ ドープは、非放射失活に起因する低次元相の形成を抑制し、PLQY および LED 性能の向上に有用な手法であることを明らかにした。

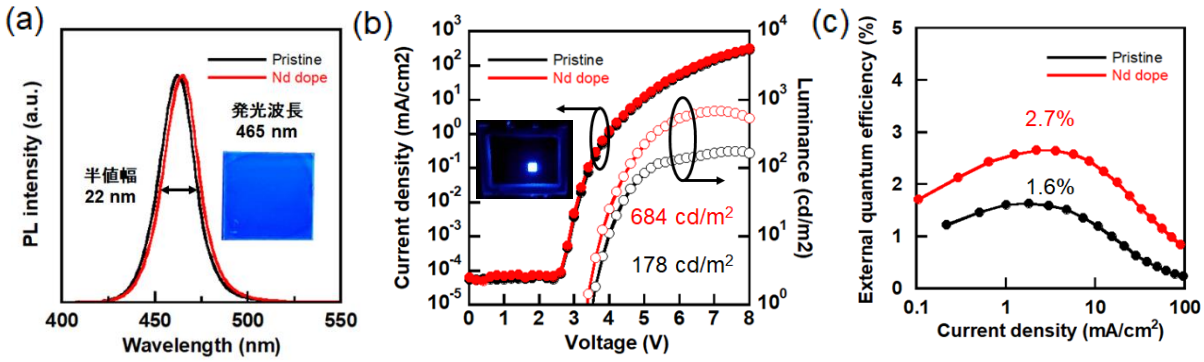

Fig. 1. (a) PL spectra of quasi-2D perovskite films. (b) Current density-Voltage-Luminance Characteristic, (c) EQE-Current density Characteristic.

【参考文献】

[1] Z Chu *et al, Adv. Master.* **2021**, *33*, 2007169.
[2] B Zhao *et al, Nat. photonics* **2018**, *12*, 783.
[3] N. K. Kumawat *et al, Nanoscale* **2019**, *11*, 2109.
[4] Y Liu *et al, Nano Energy* **2021**, *80*, 105511.