

## 金属ハライドペロブスカイトの光・電子デバイス応用

### Metal halide perovskites for applications in optoelectronic devices

九大 OPERA<sup>1</sup>, 九大 I<sup>2</sup>CNER<sup>2</sup>, JST・ERATO, ○松島 敏則<sup>1-3</sup>, 安達 千波矢<sup>1-3</sup>

OPERA, Kyushu Univ.<sup>1</sup>, I<sup>2</sup>CNER, Kyushu Univ.<sup>2</sup>, JST・ERATO<sup>3</sup>,

○Toshinori Matsushima<sup>1-3</sup>, Chihaya Adachi<sup>1-3</sup>

E-mail: tmatusim@opera.kyushu-u.ac.jp and adachi@cstf.kyushu-u.ac.jp

金属ハライドペロブスカイトは、溶液プロセス、低い材料コスト、フレキシブル、高いキャリア移動度と励起状態拡散長、発光波長の可変、小さな発光半値幅などの特徴を持つ。耐久性、発光効率、毒性などに関してはまだ問題が残されているが、ペロブスカイトは有機半導体と無機半導体の利点を兼ね備えた次世代型の材料群である。このような優れた特徴を利用して、我々のグループではペロブスカイトのデバイス化に取り組んできた。これまでに以下のような研究成果が得られた。

- (1) ペロブスカイト太陽電池を高耐久性化させた。大気中の水と酸素の影響を減少させるために高純度の窒素下でペロブスカイトを成膜し、微量のベンゾキノン還元剤を添加すると、100 mW/cm<sup>2</sup>の疑似太陽光を連続照射した際の半減寿命は 10,000h に到達した。逆構造において変換効率は 20%程度であった。(例えば、Adv. Mater. 29, 1603808, 2017 など)
- (2) ペロブスカイトを半導体層としたトランジスタを作製した。基板の表面処理やデバイス構造の最適化を行った。最大で 26cm<sup>2</sup>/V s のホール移動度と 4.6cm<sup>2</sup>/V s の電子移動度が得られた。また、酸素の侵入パスである粒界の密度を減少させ、ポリマー膜により簡易封止を行うと、大気中でもほとんど劣化しないスズ系ペロブスカイトトランジスタが得られた。(例えば、Adv. Mater. 28, 10275, 2016 など)
- (3) ペロブスカイト LED の発光機構について検討した。発光の阻害因子を取り除くことにより、ペロブスカイト LED の効率を 10%以上に向上させることができた。また、プラスチック基板を用いることでフレキシブルペロブスカイト LED の作製にも成功した。(例えば、J. Phys. Chem. Lett. 8, 5415, 2017 など)
- (4) 電流注入型のペロブスカイトレーザーの実現を目指して、光励起による発振閾値を検討した。組成を制御することにより、発振閾値を大幅に減少させることができた。(例えば、Phys. Chem. Chem. Phys. 20, 15030, 2018 など)

2009 年に世界初のペロブスカイト太陽電池が報告された。その前の 1999-2005 年の学生時代に発表者はペロブスカイトについて検討を進めていた。その当時、ペロブスカイトトランジスタの移動度は 1 cm<sup>2</sup>/Vs 程度であり、液体窒素温度でしかペロブスカイト LED を発光させることができなかった。最近のペロブスカイトの発展は目覚ましく、当時では予想できなかったほどの高性能ペロブスカイトデバイスが作製できるようになった。当日の発表では、発表者が学生の頃の研究成果に加えて、最新の研究成果、問題点、および今後の展望について述べる。