

金属ハライドペロブスカイト LED における効率ロールオフの解析

Efficiency roll-off mechanism in metal halide perovskite LEDs

°(M2)渡辺 慧^{1,2}, 松島 敏則^{1,2}, 安達 千波矢^{1,2} (九大 OPERA¹, JST・ERATO²)

°Satoru Watanabe^{1,2}, Toshinori Matsushima^{1,2}, Chihaya Adachi^{1,2}

(OPERA, Kyushu Univ.¹, JST・ERATO²) E-mail: 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で成膜でき、キャリア輸送能力が高く、組成により発光波長を容易に変化でき、発光スペクトルの半値幅が小さいことが特徴である。これらの特徴を利用すれば、ペロブスカイトを高性能 LED の発光層として用いることができる。既にペロブスカイト LED (Pe-LED)において 20%を超える外部量子効率が報告されている(Nat. Photon. **13**, 418, 2019)。しかし Pe-LED の問題点の一つとして高電流密度域における効率ロールオフが大きいことが挙げられる。本研究では、Pe-LED の効率ロールオフのメカニズムについて考察した。

まず、ロールオフが生じる原因として、電界による励起状態の分離が考えられる。そこで、Pe-LED に 0V から -5V までの負電圧を掃引した際の PL 強度を測定した(365nm の一定の励起光を照射)。キャリアが注入されない逆バイアスを印加しても PL 強度に変化は見られなかった(Fig. 1)。この結果より、電界による励起状態の分離(電界消光)は生じていないことが分かった。

電子オンリー素子(EOD)とホールオンリー素子(HOD)に電子電流もしくはホール電流を流しながら PL 強度を測定した(同様に 365nm の励起光を照射)。EOD の場合、電子電流を増加させても、大きな PL 強度の減少は見られなかった。一方、HOD の場合、PL 強度が急激に減少した(Fig. 2)。低電流域で観測される PL 強度の増加は、膜中に存在するギャップ内準位がホール電流により充填されたためだと考えられる。

ギャップ内準位の有無を確認するために TSC (Thermally Stimulated Current)測定を行った。TSC 測定結果から、電子に対するギャップ内準位よりもホールに対するギャップ内準位の方がより深い位置に形成されることが分かった。ギャップ内準位の起源は未だ明らかではないが、例えば、粒界にあるギャップ内準位に束縛された高密度のホールによりオージェ再結合が生じ、その結果、ロールオフが生じやすくなったことが考えられる。

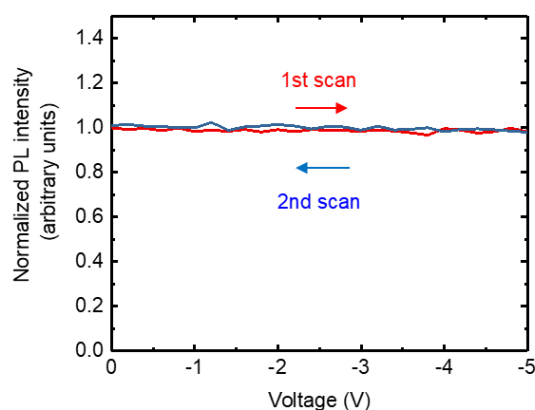


Fig1. PL intensities from Pe-LEDs operating with photoexcitation and negative voltage.

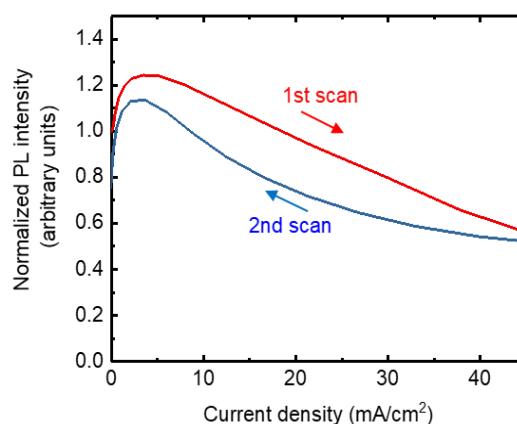


Fig2. PL intensities measured from HODs under operation with photoexcitation and positive voltage.