

Yb イオンをドーピングしたペロブスカイト薄膜の 高効率近赤外発光と LED への応用

Highly Efficient NIR Luminescence of Yb³⁺ doped Perovskite Thin Films for LED Applications

桐蔭横浜大院工¹, JST さきがけ² °石井あゆみ^{1,2}, 宮坂 力¹

Toin Univ. of Yokohama¹, JST PRESTO², °Ayumi Ishii^{1,2}, Tsutomu Miyasaka¹

E-mail: ayumi@toin.ac.jp

近赤外領域に発光を示す材料は、セキュリティや情報通信分野、生体イメージングなどでの応用が期待されている。発光デバイスとして、バンドギャップの狭い有機色素や量子ドットなどが広く用いられているが、内部発光量子効率やキャリア移動度といった点で課題も多い。本研究では、1000 nm 付近に発光を示す Yb イオンを高いキャリア移動度を示すペロブスカイト (CsPbCl₃) に組み込んだ薄膜を作製し、CsPbCl₃ から Yb イオンへのエネルギー移動を利用することで、非常に高い効率で近赤外発光を促すことに成功した [1]。Yb イオンを 9.1mol% ドープした薄膜 (Yb³⁺(9.1mol%):CsPbCl₃ 膜) において、Yb イオンは CsPbCl₃ 薄膜内の Pb イオンと一部置換しペロブスカイト構造を形成する。300 nm 励起により 415 nm 付近に観測される CsPbCl₃ 由来のエキシトン発光は、Yb イオンの存在により完全に消光し、984 nm に Yb イオンの ²F_{5/2}→²F_{7/2} 遷移に帰属される発光が現れる。984 nm 発光帯の励起スペクトルは CsPbCl₃ の吸収スペクトルと一致し、CsPbCl₃ のエネルギー準位から量子切断による Yb イオンへのエネルギー移動が生じたことが確認された。このエネルギー移動により生じた内部発光量子収率は非常に高く、63%であった。Yb³⁺(9.1mol%):CsPbCl₃ 膜を発光層とし、正孔注入/輸送層に Poly-TPD および PEDOT:PSS を、電子注入/輸送層に SnO₂ および Liq を用いた素子を作製した。本素子は電圧印加 (~2V) により、984 nm に強い電界発光を示す (図)。外部変換効率は、0.087 mA cm⁻² において 5.9%に達した。電子およびホールが長いキャリア拡散長を持つペロブスカイト薄膜内をエネルギーロスなく移動し、発光中心である Yb イオン付近で励起子を形成することでエネルギー移動が生じ、非常に高い効率で近赤外発光が得られたものと考えられる。

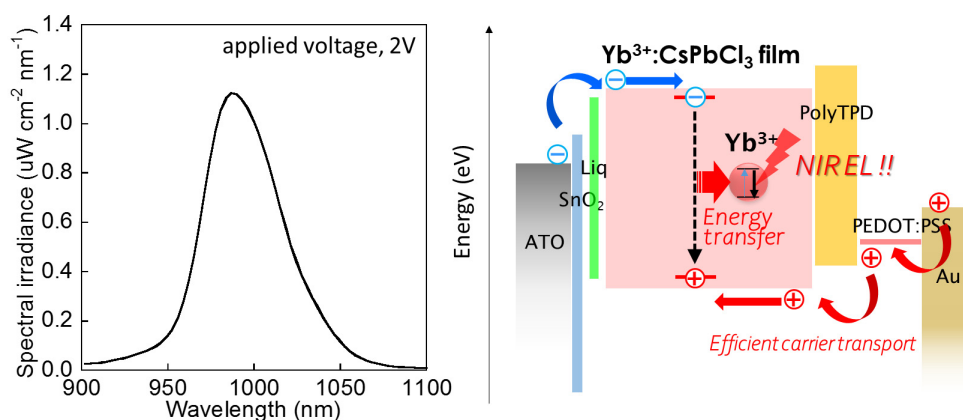


Fig. Electroluminescence spectra and energy level diagram of the Yb³⁺:CsPbCl₃ based LED.

Ref: [1] A. Ishii*, T. Miyasaka, *Advanced Science*, in press.