

発光分光によるハロゲン化鉛ペロブスカイト太陽電池の劣化機構研究

Degradation mechanism of lead halide perovskite solar cells studied by luminescence spectroscopy

○半田 岳人、David M. Tex、田原 弘量、嶋崎 愛、阿波連 知子、若宮 淳志、金光 義彦

京都大学化学研究所

○T. Handa, D. M. Tex, H. Tahara, A. Shimazaki, T. Aharen, A. Wakamiya, and Y. Kanemitsu

Institute for Chemical Research, Kyoto University

E-mail: handa.taketo.86r@st.kyoto-u.ac.jp

新しい光電変換材料としてハロゲン化鉛ペロブスカイト物質に大きな注目が集まっている。現在では 20%を超える電力変換効率を有するペロブスカイト太陽電池も報告されており、実用化が期待されている[1]。実用化に向け解決すべき課題の一つに、デバイスの劣化抑制があげられる。様々な外的要因がペロブスカイト太陽電池特性に影響を与えることが明らかにされている[2,3]。特に大気中の水分が光電変換効率の大きな劣化をもたらすことが報告されている[4]。一方、電圧に対するペロブスカイト太陽電池の安定性評価はほとんど議論されていない。デバイス動作下での複雑なキャリア挙動や劣化機構を明らかにするには、電圧印加下での光電特性の変化を理解する必要がある。そのためには、複数の分光手法を組み合わせ、多角的に太陽電池デバイスの評価を行うことが重要となる[5]。本研究では、電流-電圧、時間分解発光(PL)、電界発光(EL)測定を用いて、電圧印加下でのハロゲン化鉛ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ 太陽電池の安定性および劣化機構を空气中・窒素中で評価した。

今回用いた試料は2段階溶液法で作製した $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ をベースとした太陽電池デバイスで、12%程度の光電変換効率のものを用いた[6]。窒素中で試料に電圧(1.0 V)を印加したところ、変換効率に変化は見られなかった。一方、空气中での数十分間の電圧印加により変換効率の大きな減少が見られた。さらに時間分解 PL 計測から、空气中の電圧印加下で、ペロブスカイト層の PL 強度・PL 寿命が大きく減少することが明らかになった。このことは空气中での電圧印加が、ペロブスカイト層内に非発光再結合中心を生成することを示している。ペロブスカイト層の劣化が太陽電池変換効率の減少の原因と考えられる。講演では、EL 計測と時間分解 PL 測定の結果から、劣化によるキャリアダイナミクスの変化を詳しく議論する。

本研究は、JST-CREST の援助による。

[1] W. S. Yang *et al.*, Science **348**, 1234 (2015). [2] T. Leijtens *et al.*, Nat. Commun. **4**, 2885 (2013). [3] R. K. Misra *et al.*, J. Phys. Chem. Lett. **6**, 326 (2015). [4] J. A. Christians *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **137**, 1530 (2015). [5] M. Okano *et al.*, Appl. Phys. Express **8**, 102302 (2015). [6] A. Wakamiya *et al.*, Chem. Lett. **43**, 711 (2014).