

電荷変調分光法による錫ペロブスカイト薄膜のトラップ準位の評価

Analysis of the trap level in tin perovskite thin films

by using charge modulation spectroscopy

東工大工, °(D)野間 大史, 田口 大, 間中 孝彰, 岩本 光正

Tokyo Tech, °Taishi Noma, Dai Taguchi, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに 近年、 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ を用いたペロブスカイト太陽電池が変換効率 22%以上であることから注目を集めている。しかし含有の鉛が有毒であることから、その代替として錫ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{SnI}_3$ (MASnI_3)に関心が集まっている。ただし変換効率は 9%程度と低い。そこで我々は I-V 特性や C-V 特性のヒステリシスの評価に取り組んできた[1]。今回は I-V 特性のヒステリシスをトラップ準位の発生・消失から議論するために、電荷変調分光法(CMS)[2]による測定を実施した。

実験 サンプル構造は ITO/ MASnI_3 /Al とした。 MASnI_3 はグローブボックス内でスピコート法により厚さ 500 nm で成膜し、続いて Al を真空蒸着法で 100 nm 蒸着した。CMS 測定では、Al を基準として ITO に任意の電圧を印加し、白色光を ITO 側から照射して反射スペクトル R を冷却 CCD カメラにより測定した。0 V からの反射スペクトルの変調量 ΔR を算出し、 $-\Delta R/R$ をグラフ化した。

結果と考察 Fig. 1(a)に I-V 特性を示す。変位電流($\sim 10^{-8}$ A)に重畳して、+2.2 V ~ +4 V の領域ではヒステリシス特性が見られた。これはトラップ準位が埋まることによって、行き(+2.2 V → +4 V)よりも帰り(+4 V → +2.2 V)の電流が大きくなったのだと推察できる。Fig. 1(b)に印加電圧+3 V における CMS スペクトルを示す。波長 672 nm と 800 nm で明瞭なピークが観測され、照射する光強度に応じてピーク強度が変化することが分かった。さらに、光強度を横軸にとると、波長 800 nm の変調 $-\Delta R/R$ は光強度に大きく依存することが明らかとなった(Fig. 1(c))。波長 800 nm の変調は、 MASnI_3 の吸収端付近のトラップ準位が埋まることを意味していると考えられ、錫ペロブスカイト内で発生した光キャリアがトラップフィリングに寄与したのだと結論できる。

結論 CMS で見られる反射スペクトルの変調と錫ペロブスカイト薄膜中で起きるトラップフィリングとの相関性を明確にした。発表当日は CMS のヒステリシス特性も含めて議論を行う。

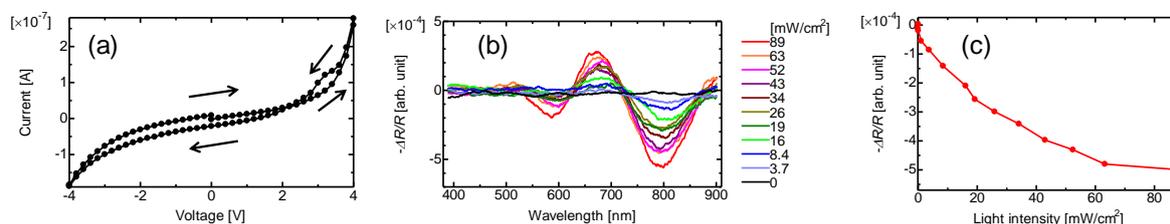


Fig. 1. (a) I-V characteristics, (b) CMS spectra obtained at different light intensities and (c) light intensity dependence of the CMS modulation at 800 nm.

[1] T. Noma, D. Taguchi, T. Manaka, and M. Iwamoto, 10th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME2018), Book of Abstracts, page 90, S2-8, 2018.

[2] T. Otsuka, D. Taguchi, T. Manaka, and M. Iwamoto, *J. Appl. Phys.*, vol. 121, no. 6, p. 065501, 2017.