二段階法による$(FAPbI_3)_{1-x}(MAPbBr_3)_x$薄膜の作製及び評価

Fabrication and characterization of $(FAPbI_3)_{1-x}(MAPbBr_3)_x$ thin film by two step method

○石川 良，山中 孝紀，本多 善太郎，上野 啓司，白井 肇（埼玉大院理工）

○Ryo Ishikawa, Takanori Yamanaka, Zentaro Honda, Keiji Ueno and Hajime Shirai (Saitama Univ.)

E-mail: ryo@fms.saitama-u.ac.jp

【序論】Pb-Perovskite を光吸収層に用いた有機-無機ハイブリッド太陽電池は変換効率 20 %以上を示し注目を集めている。現在、有機カチオンには $CH_3NH_3^+$（MA）が主に用いられているが $CH(NH_2)^+$(FA)に置換することより吸収波長の拡大が達成されているが、$FAPbI_3$ には室温で安定なδ層が存在し、α層を形成するには熱などのエネルギーを要する。近年、$FAPbI_3$ と $MAPbBr_3$ を混合することにより 100℃程度の温度で安定なペロブスカイト層の形成が報告されているが[1]、一段階法でスピンコート中に貧溶媒滴下という技量を要する手法が取られている。我々は低温成膜が可能な酸化亜鉛ナノ粒子を電子輸送層とし、$FAPbI_{3-x}Cl_x$ を用いたペロブスカイト太陽電池で光電変換効率 7.9%を達成しており[2]、臭素置換した $FAPbI_{3-x}Br_x$ では大気安定性の向上が確認出来ている[3]。今回、酸化亜鉛上に二段階法により$(FAPbI_3)_{1-x}(MAPbBr_3)_x$の作製及び評価を行った。

【実験】ガラス/ZnO ナノ粒子上に $Pb(I_{1-x}Br_x)_2$ 溶液をスピンコートした後$(FAI)_{1-x}(MABr)_x$ 混合 2-プロパノール溶液に浸漬し 100℃、10 分アニールし、$(FAPbI_3)_{1-x}(MAPbBr_3)_x$ を成膜した。また、Fig.1 構造の太陽電池を作製し AM1.5G, 100 mW/cm^2 の疑似太陽光照射下評価した。

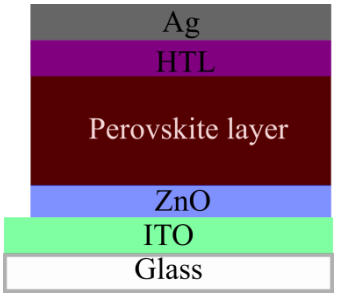

Fig. 1 Cell structure

【結果】Fig.2 に x を変化させた$(FAPbI_3)_{1-x}(MAPbBr_3)_x$ 薄膜の X 線回折スペクトルを示す。x=0 では 2θ=11.7° 付近にδ体由来のピークが観測されるが、x=0.15、0.25 ではδ由来のピークは消失し純粋なα体が形成されている。Fig.3 (a)に UV-Vis-NIR スペクトルを示すが x の増大に伴い吸収端が短波長シフトし、PL の発光波長ピークも短波長シフトしているが、大気中での安定性の向上が確認できている。

現在x=0.15,0.25 のペロブスカイト層を光吸収層とした太陽電池で光電変換効率として共に5%前後が得られており、ペロブスカイト薄膜の成膜条件や正孔輸送層の最適化により効率向上を図っている。

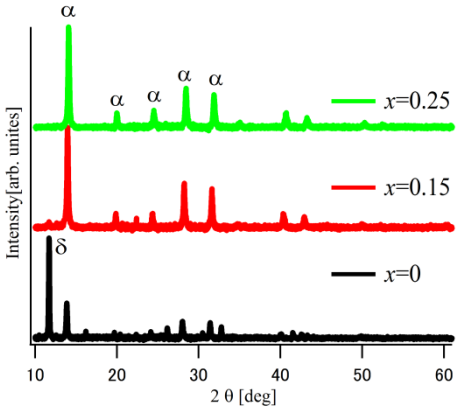

Fig. 2 XRD spectra (Cu Kα) of Glass/ZnO/perovsikite

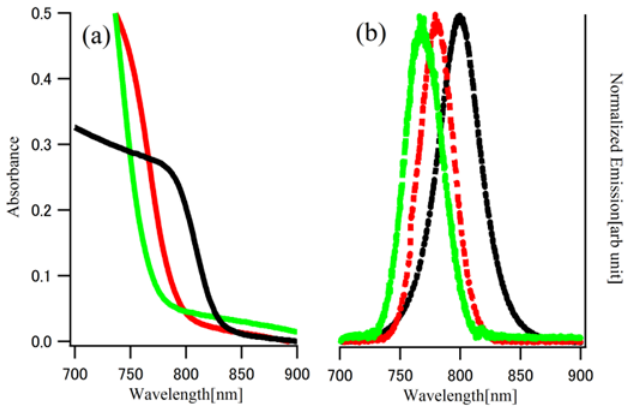

Fig. 3 (a) UV-Vis-NIR and (b) PL(532 nm excitation) spectra of glass/ZnO/perovsikite

[1] N. Neon et al , Nature 517:476(2015) [2] 石川 他 2014 秋応物 19p-A1-13

[3] 山中 他 2015 春応物 13a-P13-24

© 2015年 応用物理学会