

NiO_x を正孔輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池の開発

Lead halide perovskite solar cells based on NiO_x thin films as hole transport layer.

国立研究開発法人物質・材料研究機構 ○柳田真利

NIMS, °Masatoshi Yanagida

E-mail: yanagida.masatoshi@nims.go.jp

ハロゲン化鉛ペロブスカイト太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）は低温（100℃程度）プロセスで高い光電変換効率を得られることから、次世代型太陽電池として期待され、研究が活発に行われている。当研究グループでは NiO_x を正孔輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池（基本構造は光入射側から indium tin oxide (ITO)/NiO_x/ CH₃NH₃PbI₃ ペロブスカイト/ phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PCBM)/ Aluminum doped zinc oxide (AZO)/Ag）について検討を行っている¹⁻⁷。NiO_x 薄膜は純度 99.9%の NiO をターゲットとして、Ar ガス雰囲気下、圧力 3.5 Pa において、基板温度はほぼ室温(25~50℃)で、RF スパッタ装置を用いて、作製することができる。また NiO_x 薄膜は X 線回折法 (XRD) において、NiO に起因する明瞭な回折ピークが観測され、比較的結晶性が高いと考えている^{1,2}。NiO_x を正孔輸送層に用いたペロブスカイト太陽電池は疑似太陽光照射下で 4,000 時間以上の連続発電を実現するなど、高い耐久性を示すことがわかった^{2,4}。一方で、Poly[bis(4-phenyl)(2,4,6-trimethylphenyl)amine](PTAA)を正孔輸送層としたペロブスカイト太陽電池に比べて、NiO_x を正孔輸送層としたペロブスカイト太陽電池は高い耐久性を示すものの、光電変換効率が低かった。しかし NiO_x 薄膜表面(NiO_x/ペロブスカイト界面)処理により光電変換効率が大幅に向上した^{5,6}。NiO_x 薄膜の特性について、NiO_x 薄膜表面(NiO_x/ペロブスカイト界面)処理及び、それに伴うペロブスカイト太陽電池の性能評価を通して検討を行った⁷。NiO_x 薄膜の(1)ペロブスカイト層との反応性、(2)欠陥、(3)ピンホール等について説明していく。

(参考文献)

- 1, M. Yanagida, L. Shimomoto, Y. Shirai, K. Miyano, *Electrochemistry*, 85, 231(2017).
- 2, Md. B. Islam, M. Yanagida, Y. Shirai, Y. Nabetani, K. Miyano, *ACS Omega*, 2, 2291(2017).
- 3, Md. B. Islam, N. Pant, M. Yanagida, Y. Shirai, K. Miyano, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 57, 08RE06(2018).
- 4, Md. B. Islam, M. Yanagida, Y. Shirai, Y. Nabetani, K. Miyano, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, 195, 323(2019).
- 5, N. Pant, A. Kulkarni, M. Yanagida, Y. Shirai, S. Yashiro, M. Sumiya, T. Miyasaka, K. Miyano, *ACS Appl. Energy Mater.*, 4, 4530(2021).
- 6, A. R. M. Alghamdi, M. Yanagida, Y. Shirai, G. G. Andersson, K. Miyano, *ACS Omega*, 7, 12147(2022).
7. M. Yanagida, T. Nakamura, T. Yoshida, D. B. Khadka, Y. Shirai, K. Miyano, *Jpn. J. Appl. Phys.*, DOI 10.35848/1347-4065/acd5dc.