

光強度によるペロブスカイト型太陽電池の特性変化

Characteristics Change of Perovskite Solar Cells by Light Intensity

○来福 至¹, 石河 泰明¹, 張 松¹, 伊藤 省吾², 浦岡 行治¹(1. 奈良先端大、2. 兵庫県立大)

○Itaru Raifuku¹, Yasuaki Ishikawa¹, Song Zhang¹, Seigo Ito², and Yukiharu Uraoka¹

(1.Nara Inst. of Sci. and Tech., 2.University of Hyogo)

E-mail: raifuku.itaru.rc8@ms.naist.jp

【背景・目的】近年、有機無機ハイブリッド型ペロブスカイト型化合物を光吸収層として用いたペロブスカイト型太陽電池(PSCs)が広く注目を集めている。PSCsは2009年に3.8%の効率が報告されてからわずか5年で20%を超える効率が達成されている。また、光吸収層としてよく用いられている化合物($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$)は比較的安価な材料から合成可能であるため、PSCsは高効率かつ安価な太陽電池として期待されている。一方で、水分によって素子中のペロブスカイト化合物が分解してしまうといった欠点を有していることから、PSCsの用途は室内のような低照度環境下が主になると予測される。PSCsは内部電界によってキャリアを輸送する構造を有しているため、低照度条件下でも十分に発電可能であると予測されるが、現在までに室内環境程度の低照度条件下で検討された報告はされていない。そこで、本研究ではPSCsを作製し、作製した太陽電池を様々な照度条件下において評価することにより低照度特性に関する検討を行った。また、インピーダンス測定を用いて、低照度条件下における素子内部の変化に関する検討を行った。

【実験方法】透明導電性基板上にスピンコート法により電子輸送層である緻密 TiO_2 (CL- TiO_2)層を形成させた。CL- TiO_2 層上に TiO_2 ペーストをスピンコートし、 450°C 、60 min 焼成を行うことによりメソポーラス TiO_2 (mp- TiO_2)層を形成させた。mp- TiO_2 層上に PbI_2 および $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$ を DMF に溶解させた前駆体溶液をスピンコートし、 65°C 、1 min で焼成した後、さらに 100°C 、2 min 焼成を行うことによりペロブスカイト層を形成させた。ペロブスカイト層上に正孔輸送層である Spiro-OMeTAD 層をスピンコート法によって製膜し、その上に金電極を抵抗線加熱蒸着により形成した。作製した太陽電池の電流-電圧(I - V)特性を ND フィルターを用いて測定することにより、PSCs の低照度特性に関する評価を行った。インピーダンス測定は 100 mV の電圧を印加し、1 MHz から 500 mHz の範囲で行った。

【実験結果および考察】作製した太陽電池を用いて様々な照度条件下で I - V 測定を行った結果、PSCs は室内環境程度の光強度である $0.1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ の条件下において、AM1.5 照射化のおよそ 80%程度の開放電圧(V_{oc})を得られることが明らかとなった[1]。比較として結晶シリコン(c-Si)およびアモルファスシリコン(a-Si)に対して同様に測定を行った際はそれぞれ 35%および 85%程度の V_{oc} が維持されることが明らかとなった。Fig. 1 に光強度を変化させてインピーダンス測定を行った際に得られた Nyquist プロットを示す。 $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ の条件下では高周波数側および低周波数側に半円が確認されたが、 $0.1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ の条件下では低周波数側に Transmission line (TL) が確認された。TL は電子輸送抵抗に起因することが報告されており[2]、低照度条件下において電子輸送抵抗が大きくなっている可能性が示唆される。本来、 TiO_2 は絶縁体に近く、多くの電子がトラップサイトを埋めることにより電子移動度が飛躍的に増大することが報告されており[3]、トラップサイトを埋めるのに十分なキャリアが得られない低照度条件下においては TiO_2 層が抵抗として働く可能性が示唆される。

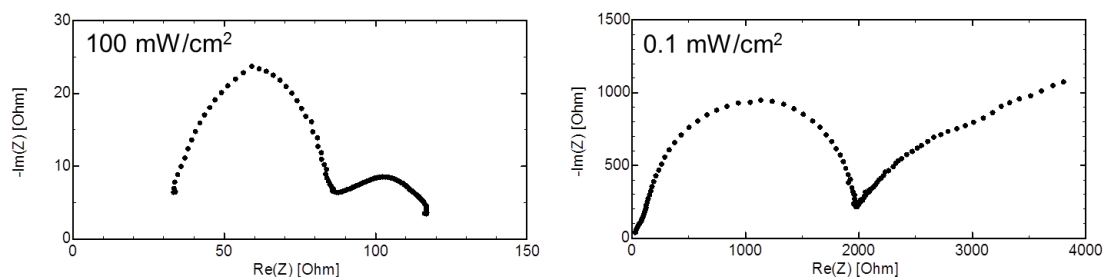


Fig. 1 各照度条件下における PSCs の Nyquist プロット

【参考文献】

- [1] 来福 至 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-PB9-23(2015)
- [2] J. A. Christians *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* 2014, **136**, 758-764.
- [3] K. Hara *et al.*, *Electrochemistry* 2005, **73** No.10, 887-896.