

ペロブスカイト太陽電池の材料開発及び安定性向上に関する研究

(九工大院生命体工¹・中国計量大学²) 王亮¹・楊樹章¹・張 楚²・○馬 廷麗^{1,2}

Development of New Materials and Improvement of stability for Perovskite Solar Cells

(Liang Wang¹, Shuzhang Yang¹, Chu Zhang², ○Tingli MA^{1,2} (¹ Kyushu Institute of Technology, ² China Jiliang University))

In recent years, perovskite solar cells (PSCs) have experienced high-speed developments with the highest power conversion efficiency (PCE) of 25.5%. However, the problems of stability, toxicity, and scale-up for PSCs are still unresolved. Our group developed a series of novel Pb-free perovskites materials with high stability, such as, Cs₂NaBiI₆, AgBiI₄, Cs₂PtI₆ etc. Especially, we found the Cs₂PtI₆ has a narrow bandgap double perovskite material and a very good stability. It exhibits an optical bandgap of 1.37 eV, absorption within a wide range of wavelengths, and a high absorption coefficient. It also demonstrates excellent stability when exposed to extreme conditions such as high humidity, high temperature and UV-light irradiation. Stability tests show that the PSCs can retain almost 80% of the original efficiency over 60 days stored in ambient temperature without any encapsulation, boosting prospects for applications of lead-free perovskite solar cells.

We also carried out the studies of the improvement of stability and efficiency for perovskite solar cells. As one method, using carbon paste as the back electrode for perovskite solar cells (C-PSCs) has also attracted significant attention due to their low cost and excellent stability. In general, the device structure of the fabricated C-PSCs is hole transport layer (HTL) free, and the carbon paste electrodes (CPEs) could directly collect the photo-generated holes. Therefore, interfacial engineering between the perovskite and CPE plays a crucial role in charge collection and affects the performance of C-PSCs, but the interface resistance is high and reduce the PCEs of C-PSCs.

Our group developed several carbon materials and carried out the interfacial engineering for C-PSCs. The stability and performance have been improved significantly. The techniques for the fabrication of carbon electrodes will be introduced, including the main issues and solutions. Finally, perspectives are provided for the future designs and development of C-PSCs with high PCE and good stability.

Keywords : Perovskites, Improving stability, Carbon electrode, Hole transport layer free, Pb-free perovskites

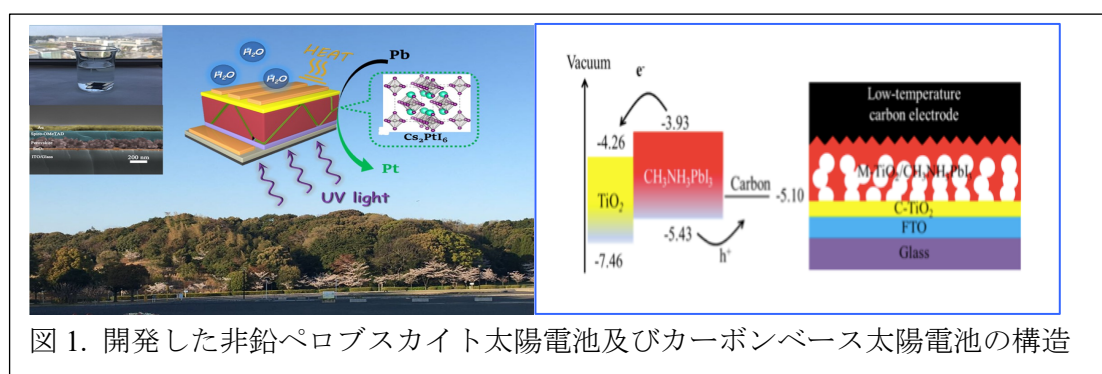
近年、有機無機ハイブリッドペロブスカイト太陽電池は25.5%の高い効率を達成したため、次世代太陽電池として、大きな注目を集められている。しかし、光電変換デ

バイスの安定性が低く、プロセスも複雑であり、また鉛を使用することなどの問題があるため、実用化は困難であった。以上の問題を解決するために、本研究室は新規の電子収集層、吸光層及びホール収集層材料を合成し、高性能かつ低コストの耐久性に優れたデバイスの開発を行っている。

本研究では、まずいくつかの非鉛ペロブスカイト材料 $\text{Cs}_2\text{NaBiI}_6$, AgBiI_4 , Cs_2PbI_6 などをデザインし、合成を行った。材料の性質について検討した。次に鉛フリーペロブスカイト太陽電池を構築し、光電変換デバイスの性能を評価した。中では、特に Cs_2PbI_6 ペロブスカイト太陽電池は湿気、高温、UV 光及び酸素などに対して、非常に優れた安定性を示した(図 1、左図)。

さらに、ペロブスカイト太陽電池の安定性問題を解決するために、いくつかのカーボン電極を開発し、界面エンジニアリングを行い、高価な Au 電極及びホール輸送層の不要な低コスト太陽電池を開発した(図 1、右図)。構築したペロブスカイト太陽電池の耐久性及び性能は従来より大幅に向上した。

講演では、代表的な非鉛のペロブスカイト太陽電池の開発及びカーボンベースペロブスカイト太陽電池の最新研究状況と課題及び展望について紹介する予定である。



1) Novel Lead-Free Material Cs_2PbI_6 with Narrow Bandgap and Ultra-Stability for Its Photovoltaic Application, S. Yang, L. Wang, C. Zhang, T. Ma. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 2020, 12, 40, 44700–44709

2) Environmental risks and strategies for long-term stability of carbon-based perovskite solar cells. F. Meng, L. Gao, T. Ma., *Materials Today Energy*, 19 (2021) 1005902-1005933.