

## 物理所等在铜锌锡硫硒薄膜太阳能电池研究方面获进展

铜锌锡硫硒太阳能电池（CZTSSe）作为一种新型薄膜太阳能电池，因其吸光系数高、弱光响应好、稳定性高、组成元素储量丰富、环境友好且价格低廉，具有很大的发展潜力，受到越来越多关注。中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心孟庆波团队近年来在铜基薄膜太阳能电池方面开展了系统研究，在高质量铜锌锡硫硒薄膜制备、界面调控、器件载流子动力学和电池效率提升等方面取得了系列研究成果。研究人员基于二甲亚砜（DMSO）体系首次揭示了多层结晶的产生机制，并发展了一种简单、有效的方法抑制多层结晶的形成，获得了高质量CZTSSe单层结晶，所制备的CZTSSe电池认证效率为11.7%；发展了一种环境友好的水溶液体系，探索了小分子配体与金属离子相互作用对前驱膜、硒化膜晶体生长，薄膜微结构及器件性能的影响，获得了12.8%的电池认证效率（*Adv. Energy Mater.*, 2021, 11, 2102298；*Nano Energy*, 2020, 76, 105042；*Sci. Bull.* 2020, 65, 738, *Nano Energy*, 2020, 89, 106405, *Joule*, 2020, 4, 472）。

该团队与南京邮电大学教授辛颖合作，针对CZTSSe电池较大开压损耗制约电池性能提升的问题，发展了一种可以同时调控背界面和吸收层体相缺陷的有效策略。研究表明，在Mo基底上引入GeO<sub>2</sub>，在硒化过程中一部分Ge元素扩散到CZTSSe吸收层中，形成Ge掺杂的吸收层，不仅显著降低了缺陷密度和带尾态，还提高了空穴浓度，促进准费米能级分裂。另一方面，少量Ge元素参与了背界面处MoSe<sub>2</sub>的形成，增大了MoSe<sub>2</sub>功函数，有效分离光生载流子。基于这种Ge双向扩散策略，研究人员所制备的CZTSSe太阳能电池实现了13.14%光电转换效率和较高开路电压VOC（547 mV），且认证效率为12.8%，是迄今报道的基于Ge掺杂/合金CZTSSe太阳能电池的最高效率。该工作提供了一种新颖的、简单易行的协同调控方法，提高了CZTSSe太阳能电池性能，特别是降低开路电压损耗。

该研究成果以Ge Bidirectional Diffusion to Simultaneously Engineer Back Interface and Bulk Defects in the Absorber for Efficient CZTSSe Solar Cells为题发表在Advanced Materials上。研究工作得到国家自然科学基金委的支持。

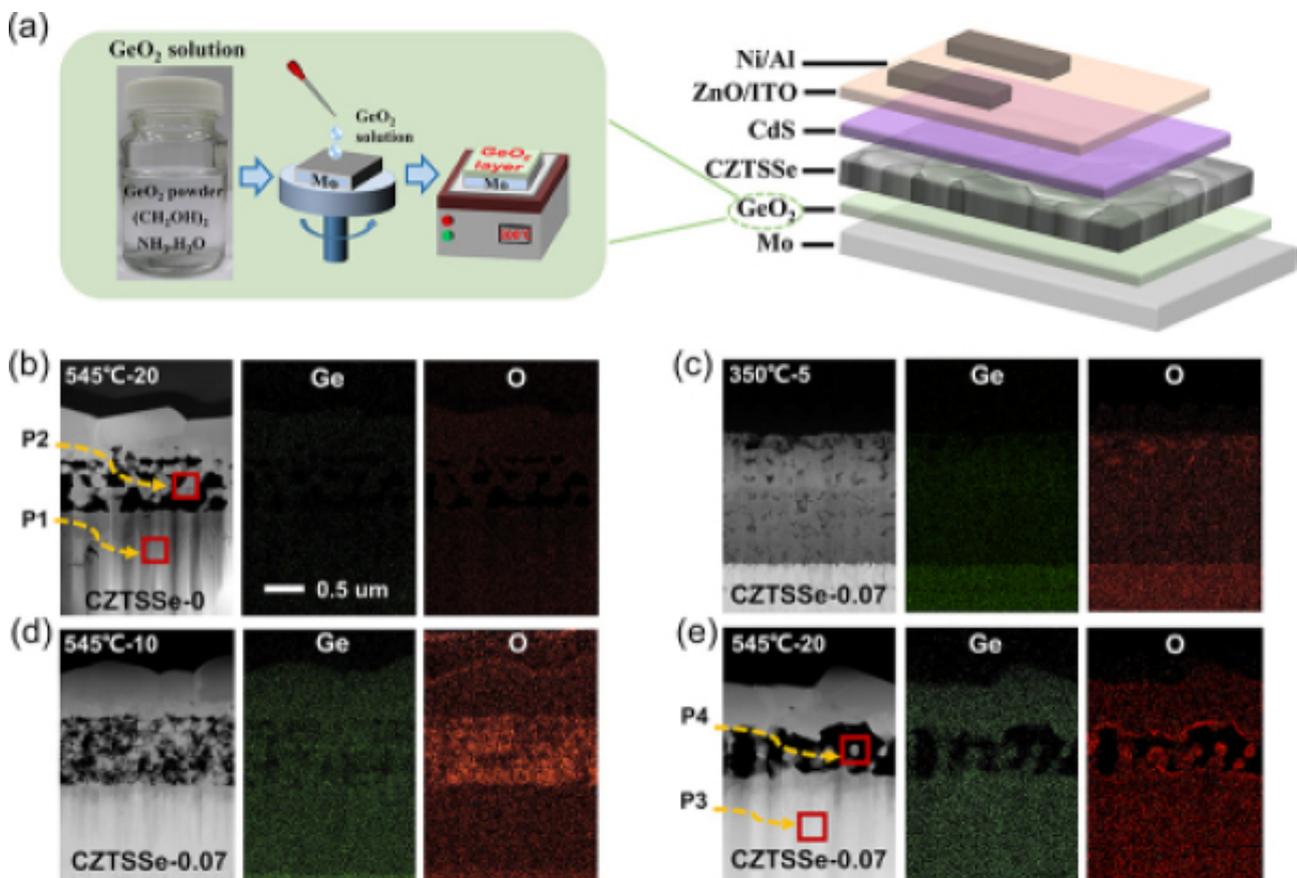


图1 (a) 旋涂法制备GeO<sub>2</sub>层及CZTSSe器件结构示意图；CZTSSe-0-GeO<sub>2</sub>和CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub>

薄膜中Ge和O元素在不同硒化条件下的STEM-EDS扫描图；(b) CZTSSe-0-GeO<sub>2</sub> 薄膜在545 °C-20 min, (c) CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub> 薄膜在350 °C-5 min, (d) CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub> 薄膜在545 °C-10 min, (e) CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub> 薄膜在545 °C-20 min。

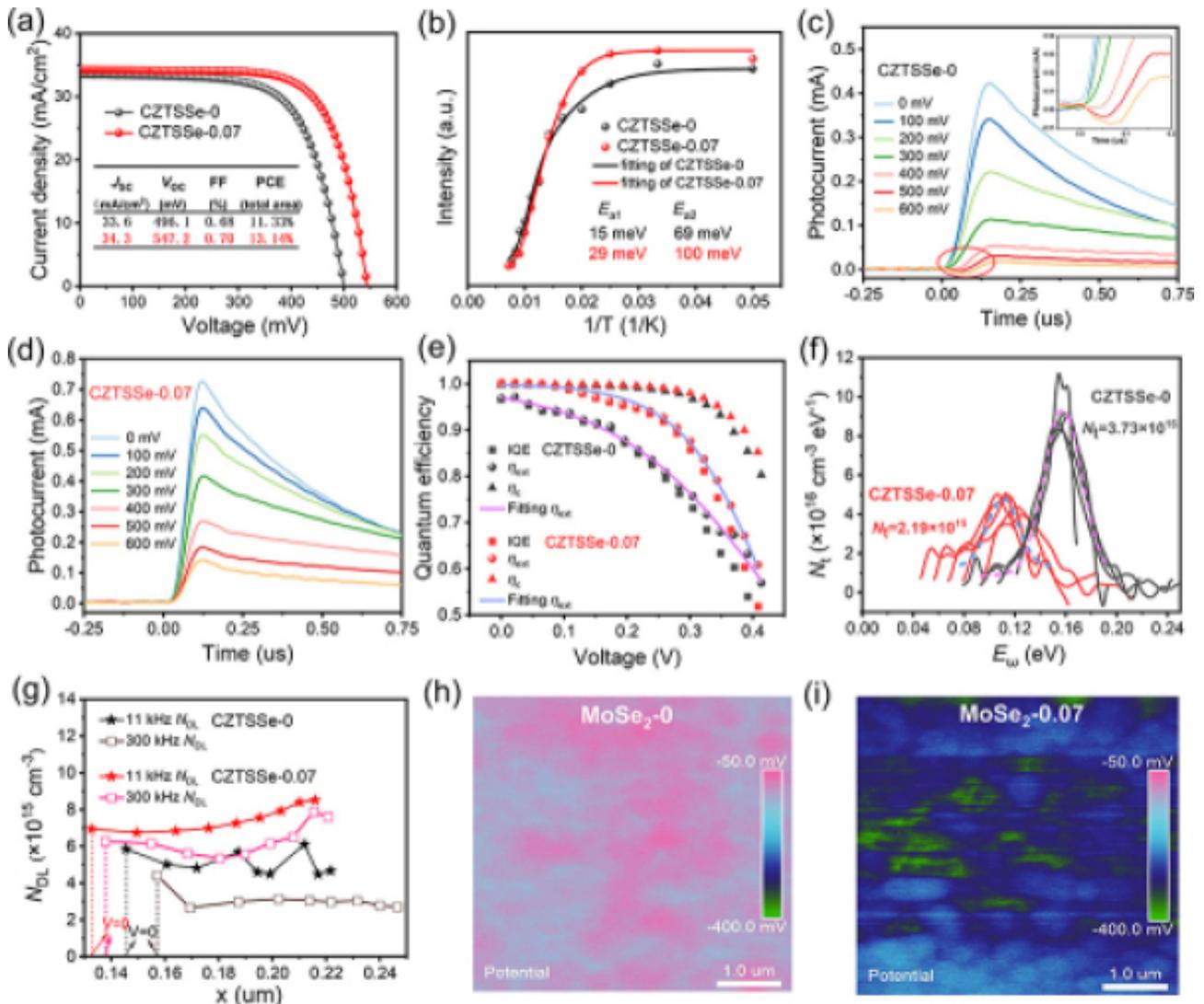


图2 (a) 基于CZTSSe-0-GeO<sub>2</sub>和CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub> 电池J-V曲线；CZTSSe-0-GeO<sub>2</sub>和CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub> 器件的缺陷及复合性质；(b)由稳态荧光谱得到的激活能Ea；(c)CZTSSe-0-GeO<sub>2</sub>样品的变偏压TPC；(d) CZTSSe-0.07-GeO<sub>2</sub>样品的变偏压TPC；(e)基于TPC和TPV测试获得的收集效率  $\eta_{col}$ 和抽取效率  $\eta_{ext}$ ；(f) 基于导纳谱获得的缺陷态密度；(g) 基于DLCP表征获得载流子密度；(h) MoSe<sub>2</sub>-0-GeO<sub>2</sub>样品表面电势；(i) MoSe<sub>2</sub>-0.07-GeO<sub>2</sub>样品表面电势。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/183662.html>