宁波材料所在钙钛矿太阳能电池研究方面取得系列进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/7675.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

钙钛矿太阳电池是光伏领域近年来兴起的一个重要研究方向。由于其优良的自组装特性、有机无机杂化钙钛矿能够通过简单的低温湿法工艺实现大面积的太阳电池组件制备、原材料的丰富低廉和器件效率的飞速发展，使得其在未来的商业化应用中呈现出巨大潜力。然而，当前主流器件结构中普遍采用TiO_2
等高温制备的n型半导体材料作为电子传输层，这增加了器件的制造能耗和成本，并限制了柔性器件的构建。而且TiO_2
等金属氧化物较强的紫外光催化性能是造成器件光照稳定性差的重要原因。因此，避免该类传输材料的使用或开发新型的界面修饰材料十分重要。

近期，中国科学院宁波材料技术与工程研究所葛子义课题组针对此问题取得了系列研究进展。

首先，基于前期研究结果(*ACS Applied Material and Interfaces* 2016, 8, 9811-9820, *Solar Energy Materials Solar Cells* 2016, 157, 1038-1047)，通过引入外部掺杂剂来控制钙钛矿的载流子类型，由此来协同优化钙钛矿吸收层前后界面的能带结构和能级对准，构建了具有高效整流特性的p-n异质结原型器件，为进一步揭示此类器件的工作原理和提升此类器件的性能提供了全新思路（图1）。相关结果发表在*Solar RRL*(DOI: 10.1002/solr.201800274)上。

进一步，针对该类器件发展过程中存在的问题，研究人员做了深入全面的文献综述，相关结果发表于*Advanced Energy Materials* (2019, 1900248)。基于这些新认识，针对钙钛矿和透明导电玻璃前电极之间的较大的能级差和界面缺陷，研究人员创新性地将课题组前期开发的小分子界面材料MSAPBS用于透明导电玻璃（TCO）的功函数调控和器件前界面缺陷钝化（图2）。该界面材料的引入显著降低了TCO的功函数和钙钛矿/TCO界面的电子收集势垒，优化后的界面能带弯曲实现了高效的电子选择性收集；界面层分子中SO^{3-}和NH^{3+}
的存在进一步钝化了钙钛矿/TCO界面的缺陷态，保证了高效的电子收集，与此同时显著提升了器件的短路电流密度、开路电压、填充因子，最终实现了效率达20.6%的无金属氧化物电子传输层钙钛矿太阳电池。由于电子收集势垒的消除和界面缺陷的钝化抑制了电荷积累，器件的迟滞效应得到了抑制，稳定性也显著提升。相关研究工作投稿于*Advanced Science* (2019, DOI: 10.1002/advs.201902656)。

此外，通过与美国西北大学教授Tobin J. Marks和Antonio Facchetti课题组合作，将该类界面材料引入到经典平面异质结结构钙钛矿太阳电池中，自下而上地钝化了器件前界面和钙钛矿吸收层的体相缺陷态，抑制了器件的迟滞效应，显著提升了器件的光电转换效率（21.18%）、环境湿热稳定

性和光照稳定性（图3）。相关研究工作发表于*Advanced Materials* (2019, 1903239)。

上述研究得到国家自然科学基金（61904182）、博士后科研创新人才支持计划（BX20180322）、国家重点研发计划（2016YFB0401000）、浙江省杰出青年基金（LR16B040002）、宁波市科技创新团队（2015B11002、2016B10005）、中科院前沿科学重点研究项目（QYZDB-SSW-SYS030）、中科院重点国际合作项目（174433KYSB20160065）和国家自然科学基金杰出青年基金（21925506）等资助。

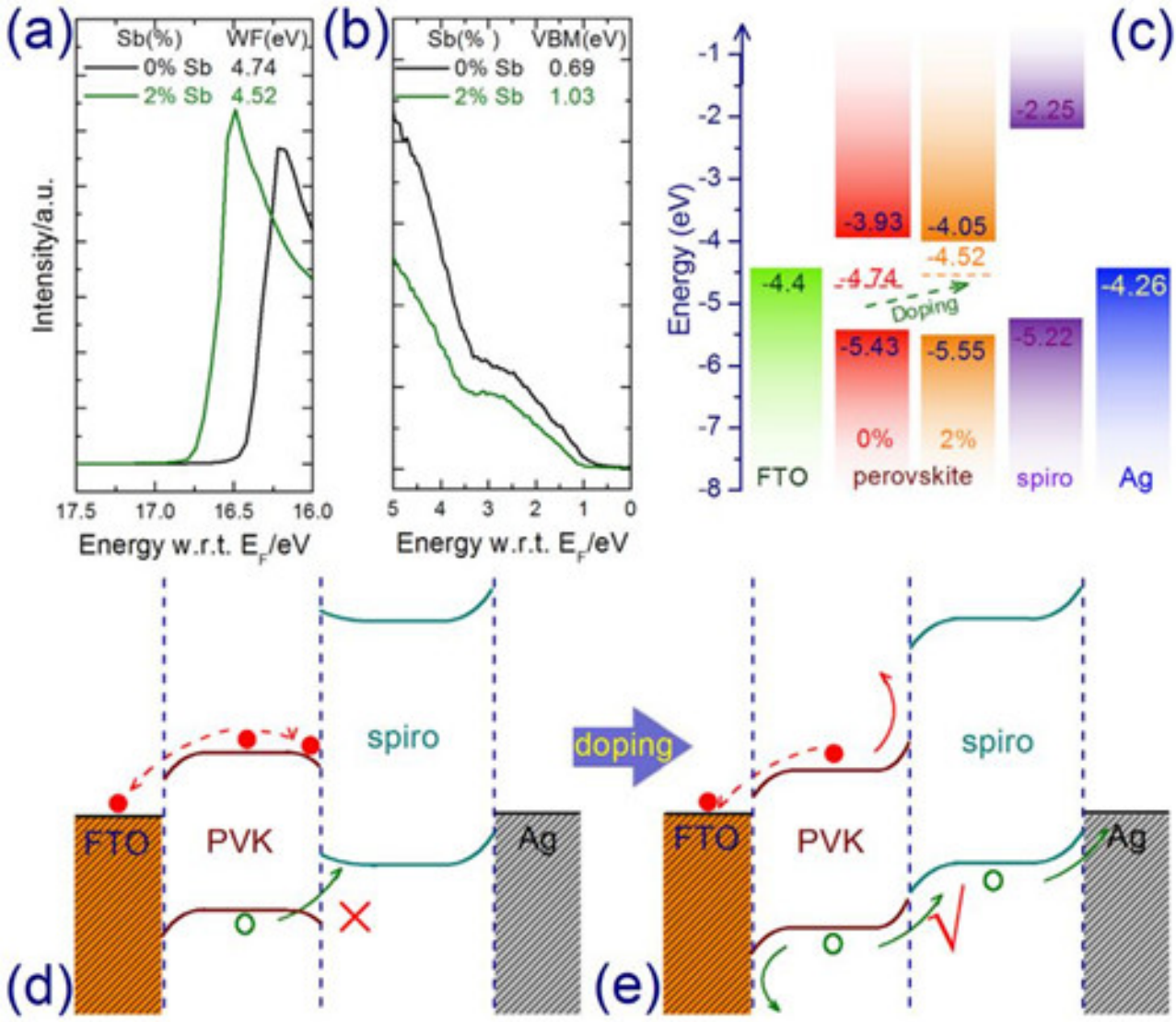


图1 (a, b)掺杂前后钙钛矿薄膜的UPS谱，器件各功能层的能级对准变化(c)，掺杂前(d)和掺杂后(e)器件能带结构的变化

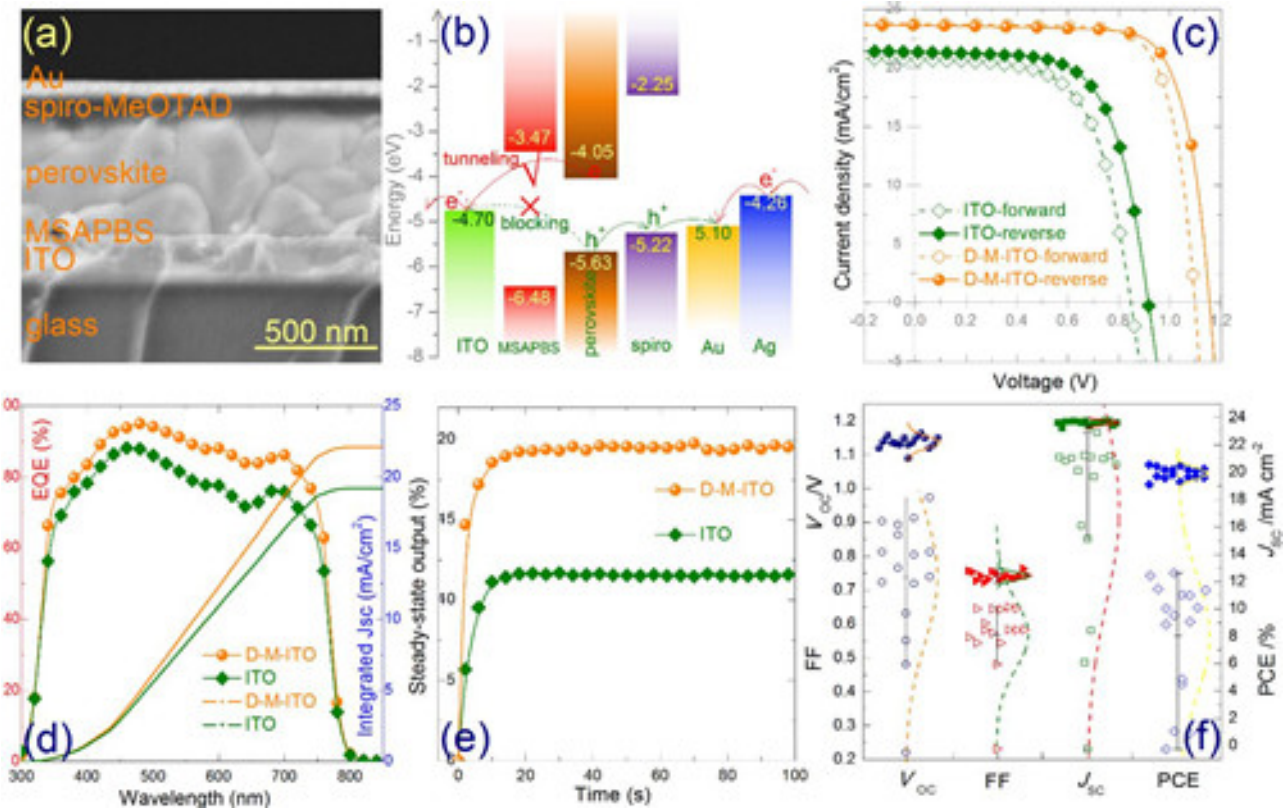


图2 (a)器件断面SEM照片, (b)器件能带结构, 参照组和优化组器件性能参数对比：J-V曲线(c), EQE曲线(d), 稳态输出曲线(e)和性能参数统计分布(f)

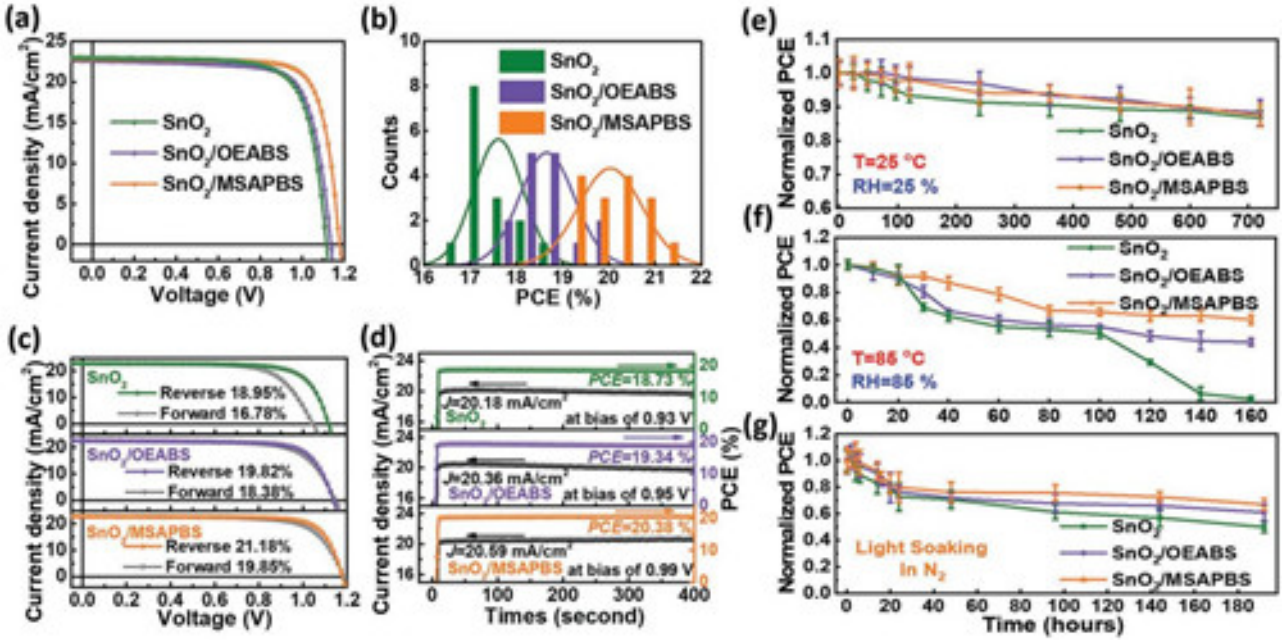


图3 (a)采用不同电子传输层的最优器件的J-V曲线, 器件性能参数统计分布(b), 器件的迟滞特性(c), 器件的稳态输出(d), 器件的湿热稳定性测试(e,f)和光照稳定性测试(g)

研究团队单位：宁波材料技术与工程研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发