



新闻动态

- [综合新闻](#)
- [科研动态](#)
- [学术活动](#)
- [媒体聚焦](#)
- [通知公告](#)

## 钙钛矿太阳能电池埋底界面钝化研究取得进展

2022-08-30 | 文章来源: 联合研究部

【大】 【中】 【小】 【打印】 【关闭】

实现光生载流子的快速运输和物理空间高效分离是获得高性能光伏器件的必要条件。这不仅需要载流子在光吸收层具有高迁移率和低复合率,其在光吸收层和电子/空穴传输层界面处的分离和后续运输同样对器件性能起到决定影响。经过近些年的快速发展,研究人员已研制出晶粒尺寸接近微米量级的高性能卤化铅钙钛矿多晶薄膜,光生载流子在这些薄膜中的有效扩散长度超过薄膜厚度,能够以极低的复合率快速运输。钙钛矿薄膜制备技术的进步带来了器件性能大幅度提升,使得器件界面性质成为制约钙钛矿太阳能电池发展的主要因素。

对于正型结构钙钛矿太阳能电池,通过在钙钛矿薄膜表面构建二维/三维异质结构已被证实可以有效调控器件顶界面的能级结构,从而提高光生载流子的分离和后续运输效率。而由于界面修饰材料极易被后续钙钛矿薄膜制备过程破坏,器件的埋底界面(下界面,即钙钛矿光吸收层/电子传输层界面)的钝化修饰仍处于发展阶段。

近期,中国科学院金属研究所沈阳材料科学国家研究中心的科研人员与国内外科研团队合作,发展了一种重构器件埋底界面能级结构的方法。这种方法以自扩散掺杂工艺为基础,能够在钝化器件埋底界面缺陷的同时,实现界面光生载流子的高效分离。研究成果于8月25日正式发表于《先进功能材料》(Advanced Functional Materials),题为“Robust Interfacial Modifier for Efficient Perovskite Solar Cells: Reconstruction of Energy Alignment at Buried Interface by Self-Diffusion of Dopants”。该研究成果已申请相关专利。

科研人员在钙钛矿薄膜与二氧化锡(SnO<sub>2</sub>)电子传输层的界面处引入一种氨基酸衍生物L-天门冬氨酸钾(PL-A)来调控器件埋底界面的性质。研究发现,PL-A上的羧基(-COO<sup>-</sup>)能够与SnO<sub>2</sub>相互作用,钝化SnO<sub>2</sub>表面缺陷;同时,PL-A上的氨基(-NH<sub>2</sub>)与PbI<sub>2</sub>发生配位反应,钝化钙钛矿薄膜的下表面缺陷(图1)。在这些作用下,光生载流子在钙钛矿薄膜/电子传输层界面处的非辐射复合得以抑制。进一步分析发现,PL-A的钾离子能够扩散进入钙钛矿薄膜中,形成梯度掺杂(图2a-f),从而优化界面处钙钛矿一侧的能级结构(图2g-h),促进载流子在薄膜内的传输。计算结果表明,界面处的PL-A形成取向分布(图1e),所产生附加偶极能够调控SnO<sub>2</sub>功函数,从而减小开路电压(V<sub>oc</sub>)损失。在上述这些作用的协同优化下,器件的性能得以显著提升。结合团队前期在器件顶界面性能优化的研究基础(Nano Energy 2021, 90, 106537),光电能量转换效率最高可实现23.74%(图3)。此外,这种界面修饰工艺在大面积器件制备中也展现出良好的性能提升效果。

金属所国研中心博士研究生王立鹏为论文的第一作者,金属所国研中心邱建航副研究员、华侨大学魏展画教授、洛桑联邦理工学院夏建兴博士研究生和Nazeeruddin教授为论文的通讯作者。该研究工作得到了国家自然科学基金、辽宁省自然科学基金、沈阳材料科学国家研究中心等项目支持。

文献链接: [1](#)、[2](#)

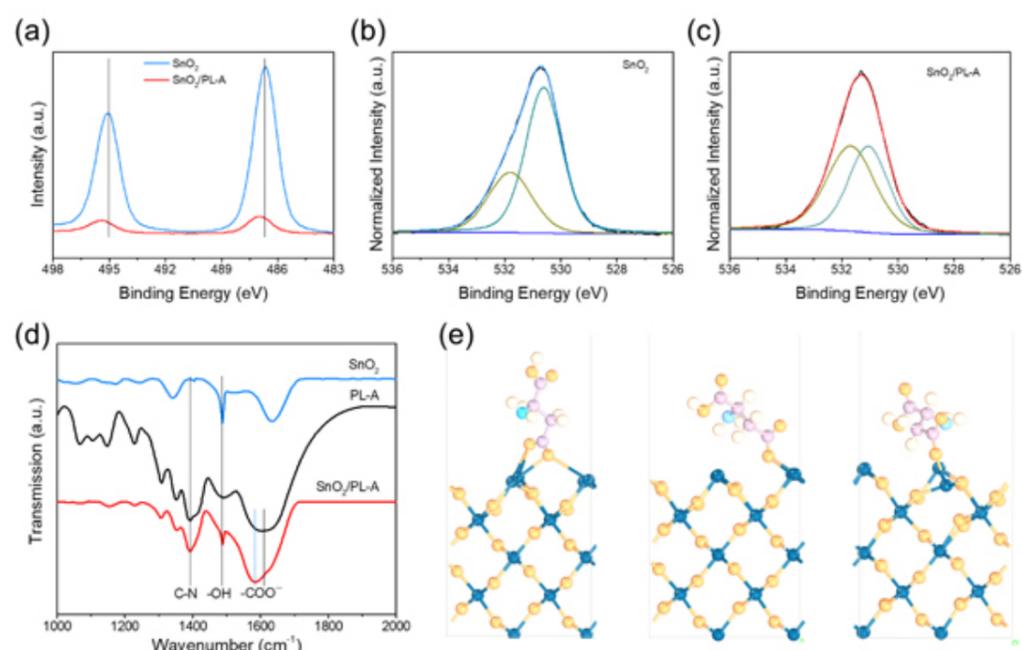


图1 PL-A处理SnO<sub>2</sub>薄膜的XPS图谱: (a) Sn 3d精细谱、(b) 未处理薄膜O 1s精细谱、(c) PL-A处理后薄膜O 1s精细谱, (d) PL-A处理前(蓝线)后(红线)SnO<sub>2</sub>薄膜和纯PL-A(黑线)的FTIR图谱, (e) PL-A在SnO<sub>2</sub>(010)晶面上的分布示意图,

图中粉色、黄色、浅粉色、浅蓝色和蓝色原子分别代表C、H、O、N和Sn原子。

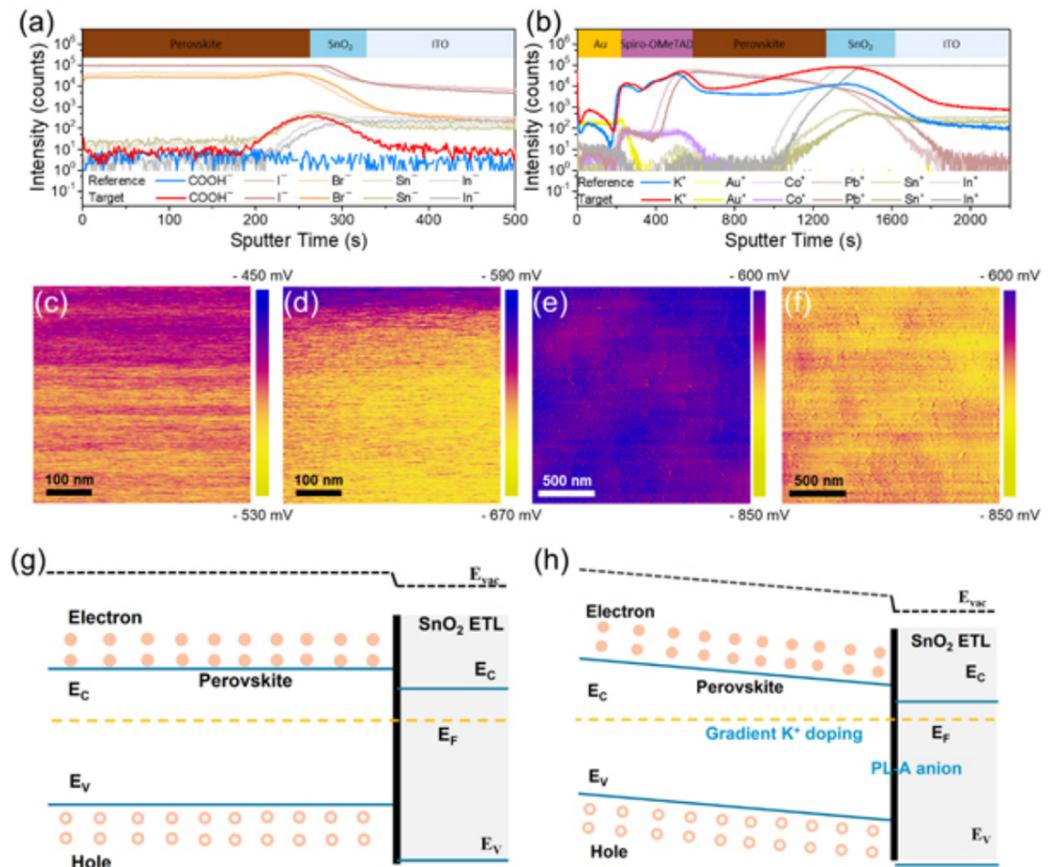


图2 (a) PL-A处理前(参比样品)和处理后(目标样品)ITO/SnO<sub>2</sub>/Perovskite复合结构的阴离子纵向分布曲线, (b) PL-A处理前后ITO/SnO<sub>2</sub>/perovskite/Spiro-OMeTAD/Au器件中的阳离子纵向分布曲线, PL-A处理前后SnO<sub>2</sub>以及钙钛矿表面的电势分布: (c) 未处理SnO<sub>2</sub>薄膜、(d) PL-A处理后SnO<sub>2</sub>薄膜、(e) 在未处理SnO<sub>2</sub>薄膜表面生长的钙钛矿薄膜、(f) 在PL-A处理后SnO<sub>2</sub>薄膜表面生长的钙钛矿薄膜, PL-A处理前(g)和处理后(h)器件埋底界面能级结构示意图。

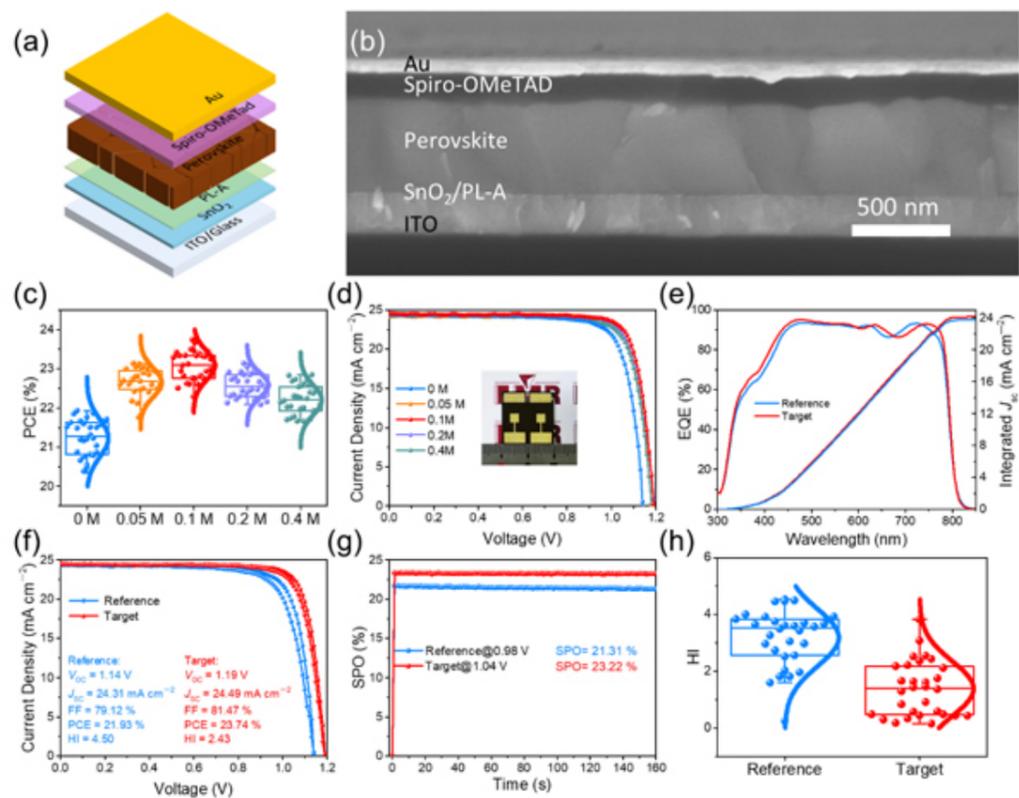


图3 钙钛矿太阳能电池器件的结构示意图(a)和SEM截面图像(b), 利用不同浓度PL-A处理的器件能量转换效率统计结果(c)和最佳J-V曲线(d), PL-A处理前后最佳性能器件的IPCE曲线(e)、J-V曲线(f)、SPO曲线(g)和回滞因子HI统计结果(h)。

» 文档附件

» 相关信息

联系我们 | 友情链接



地址: 沈阳市沈河区文化路72号 邮编: 110016  
 运维邮箱: office@imr.ac.cn  
 中国科学院金属研究所 版权所有 辽ICP备05005387号-1



官方微博



官方微信