

[应用速递]Sol-UV 日光模拟器用于钙钛矿太阳能电池

背景: 有机-无机杂化组成的钙钛矿太阳能电池, 从 2009 年至今, 作为一种新兴的光电半导体材料, 具有良好的光电转化特性和低廉的成本, 这引起了研究人员的广泛关注。不同于传统的硅材料, 有机-无机杂化钙钛矿通常被认为是一种较软的离子晶体, 其光电转化效率从 3.8%提升到了 24%。随着人们深入研究, 发现钙钛矿多晶薄膜中容易形成多种多样的点缺陷(如空位、间隙离子、反位取代等), 它们往往作为非辐射复合中心, 影响钙钛矿太阳能电池的量子效率, 降低太阳能器件的光伏性能^[1]。

近年来, 人们一直在努力探索这些形成这些缺陷的原因。实验发现, 缺陷的形成与溶液状态和加工条件息息相关, 通过添加合适的添加剂, 改变溶液状态, 控制薄膜加工条件, 可以降低钙钛矿多晶薄膜中缺陷密度, 从而提高相应的器件的光电转化效率^[2]。

实验产品:

选用 Newport Sol-UV 日光模拟器太阳光模拟器、PVIV-10A I-V 测试站、IQE-200B 量子效率测试系统等, 来测试制备的钙钛矿电池的光电流-电压和光电转化效率等。

下表中涂粉色部分是用到的太阳光模拟器产品主要参数:

Sol-UV 日光模拟器参数			
型号	SOL-UV-2	SOL-UV-4	SOL-UV-6
图片			
灯类型	氙灯	氙灯	氙灯
灯功率(W)	1000	1000	1600
时间不稳定性	< 2% over 24 hrs	< 2% over 24 hrs	< 2% over 24 hrs
均匀性	<5%	<5%	<5%
光束发散角(半角)	≤±4 °	≤±4 °	≤±3 °
线性调整率	0.01%	0.01%	0.01%
光束尺寸(in.)	2×2	4×4	6×6
工作距离(in.)	4.0±0.5	4.0±0.5	6.0±0.5
输出功率	8 Solar Constants	6 Solar Constants	4 Solar Constants
光谱匹配等级	FDA CFR Part 201.327,ISO 24444:2010(e), Intl SPF Test Method	FDA CFR Part 201.327,ISO 24444:2010(e), Intl SPF Test Method	FDA CFR Part 201.327,ISO 24444:2010(e), Intl SPF Test Method (CTFASA/COLIPA/JCIA/C

	(CTFASA/COLIPA/J CIA/CTFA: May 2006	(CTFASA/COLIPA/JCI A/CTFA: May 2006	TFA: May 2006
光束均匀性	≤5%	≤5%	≤5%

SOL-UV 模拟器均采用了正在申请专利的设计，提供符合标准的紫外光，在整个采样区域内光谱照度的非均匀性 <5%。使用独特的集成衰减器件，最大可用日光输出常数量在 10 - 100% 之间变化。

其他实验产品的详细信息可以联系我们咨询噢~

部分实验结果:

面对钙钛矿多晶薄膜中容易形成多种多样的点缺陷，周欢萍课题组^[3]等人通过引入碱性物种，大幅度提升了相应的钙钛矿光伏器件的开路电压和光电转化效率。

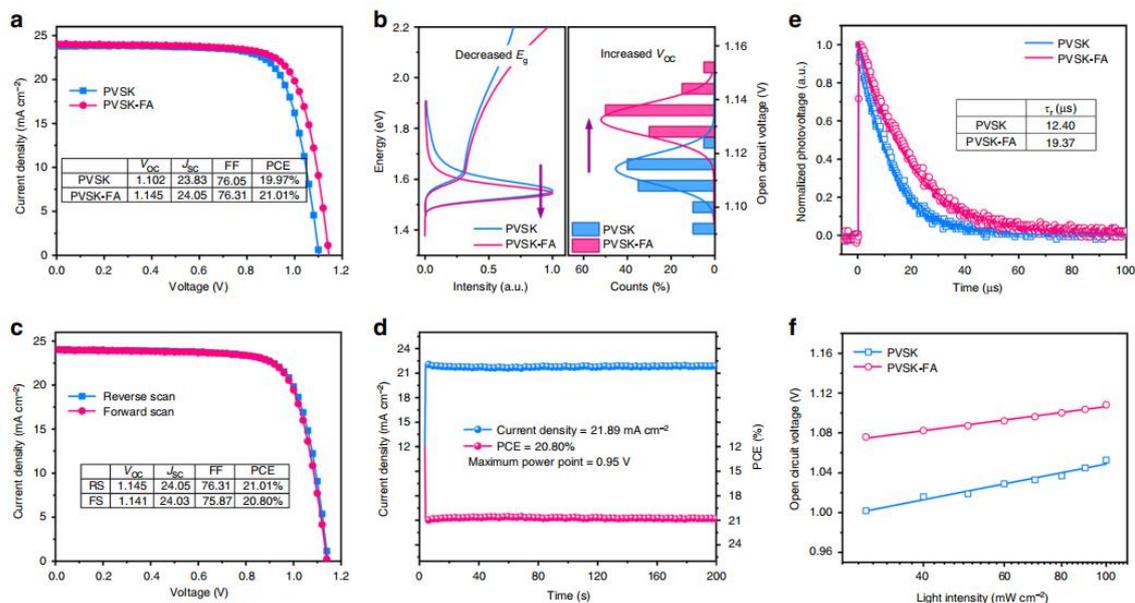


图 1 (a) PVSK 和 PVSK-FA 器件的电流-电压曲线。(b) 左图: PVSK 和 PVSK-FA 薄膜的吸收和 PL 光谱; 右图: PVSK 和 PVSK-FA 器件开路电压统计直方图。(c) PVSK-FA 器件的正反扫。(d) PVSK-FA 器件的稳态电流密度和效率。PVSK 和 PVSK-FA 器件的 (e) 瞬态光电电压衰减曲线和 (f) 变光强开路电压曲线。

结果:

通过添加合适的碱液,可大幅降低其薄膜中深层缺陷的密度。经美国 Newport 认证的 20.87% 效率的混卤钙钛矿太阳能电池,同时,开路电压损失也降低至 413 mV,为平面钙钛矿太阳能电池中认证值电压损失最小的器件之一。

[1]Yang, W. S. *et al.* Iodide management in formamidinium-lead-halide-based perovskite layers for efficient solar cells. *Science* 356, 1376–1379 (2017).

[2]Meggiolaro, D. *et al.* Iodine chemistry determines the defect tolerance of lead halide perovskites. *Energy Environ. Sci.* 11, 702–713 (2018).

[3]Huanping Zhou. *et al.* Impacts of alkaline on the defects property and crystallization kinetics in perovskite solar cells. *Nat Commun* 10, 1112 (2019).