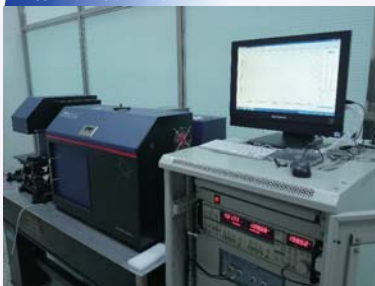


客户案例

兰州大学	量子效率
兰州大学化学学院	量子效率
陕西师范大学	量子效率
西安工程大学	量子效率
中科院兰州化物所	量子效率
宁夏大学	模拟器
西安交通大学	模拟器
中科院兰州化物所	模拟器
昆明理工大学	量子效率
乐山师范学院	量子效率
贵阳理工学院	模拟器
西南大学	模拟器
西南石油大学	模拟器
云南大学	模拟器
南昌大学化学学院	量子效率
广州计量院	模拟器
南方科技大学	模拟器
广东工业大学	太阳能电池
厦门大学九江研究院	探测器
安徽大学	量子效率
常州大学	量子效率
江苏科技大学	量子效率
东南大学	模拟器
南京大学	模拟器
南京工业大学	模拟器
南京理工大学	模拟器
南京信息工程大学	模拟器
上海第二工业大学	模拟器
安阳师范学院	量子效率
北京大学工学院	量子效率
北京工商大学	量子效率
哈尔滨师范大学	模拟器
河南科技大学	模拟器
山东大学晶体研究所	模拟器
武汉数理研究所	模拟器
长春光机所	探测器
苏州科技大学	模拟器
徐州矿业大学	模拟器
中国科学技术大学	模拟器
苏州大学	量子效率
同济大学	量子效率

哈尔滨师范大学



山东大学



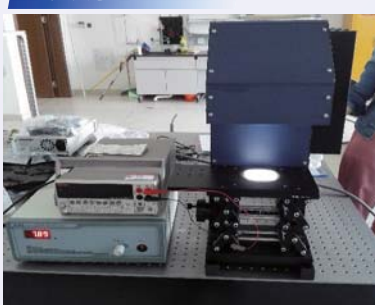
河北科技师范学院



陕西师范大学



南开大学



云南大学



清华大学



北京大学



山东师范大学



西安电子科技大学



现场照片

山东大学



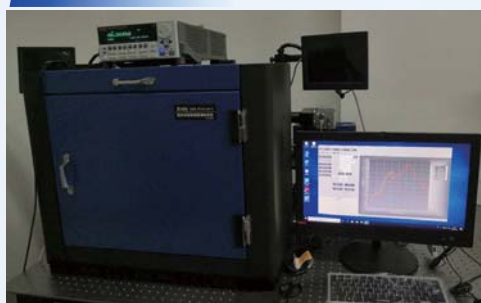
中科院海西研究院



太原理工大学



五邑大学



天津城市建设学院



西安工业大学



相关客户论文列表

- Fan L, Liu S, Lei Y, et al. Unusually Dispersed AgI Quantum Dots For Efficient HTL-Free CH₃NH₃PbI₃ Photovoltaics[J]. ACS applied materials & interfaces, 2019, 11(49): 45568-45577.
- He Z, Xiao B, Liu F, et al. Single-junction polymer solar cells with high efficiency and photovoltage[J]. Nature Photonics, 2015, 9(3): 174.
- Liu J, Lin J, Xue Q, et al. Growth and evolution of solution-processed CH₃NH₃PbI₃-xCl_x layer for highly efficient planar-heterojunction perovskite solar cells[J]. Journal of Power Sources, 2016, 301: 242-250.
- Zhang K, Hu Z, Xu R, et al. High - Performance Polymer Solar Cells with Electrostatic Layer - by - Layer Self - Assembled Conjugated Polyelectrolytes as the Cathode Interlayer[J]. Advanced Materials, 2015, 27(24): 3607-3613.
- Li X, Yu D, Chen J, et al. Constructing fast carrier tracks into flexible perovskite photodetectors to greatly improve responsivity[J]. ACS Nano, 2017, 11(2): 2015-2023.
- Zhao B, He Z, Cheng X, et al. Flexible polymer solar cells with power conversion efficiency of 8.7%[J]. Journal of Materials Chemistry C, 2014, 2(26): 5077-5082.
- Liu P, Dong S, Liu F, et al. Optimizing Light - Harvesting Polymers via Side Chain Engineering[J]. Advanced Functional Materials, 2015, 25(41): 6458-6469.
- Zhong Z, Wang X Y, Zhuang F D, et al. Curved BN-embedded nanographene for application in organic solar cells[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2016, 4(40): 15420-15425.
- Xu B, Li Y, Gao Y, et al. Ag-AgI/Bi₃O₄Cl for efficient visible light photocatalytic degradation of methyl orange: The surface plasmon resonance effect of Ag and mechanism insight[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2019, 246: 140-148.
- Li X, Yu D, Cao F, et al. Healing all - inorganic perovskite films via recyclable dissolution–recrystallization for compact and smooth carrier channels of optoelectronic devices with high stability[J]. Advanced Functional Materials, 2016, 26(32): 5903-5912.
- Rui M, Li X, Gan L, et al. Ternary Oxide Nanocrystals: Universal Laser - Hydrothermal Synthesis, Optoelectronic and Electrochemical Applications[J]. Advanced Functional Materials, 2016, 26(28): 5051-5060.
- Wu S, Xiao B, Zhao B, et al. High Sensitivity Polymer Visible - Near Infrared Photodetectors via an Inverted Device Structure and Manipulation of Injection Barrier Height[J]. Small, 2016, 12(25): 3374-3380.
- Zeng J, Li X, Wu Y, et al. Space - Confined growth of CsPbBr₃ film achieving photodetectors with high performance in all figures of merit[J]. Advanced Functional Materials, 2018, 28(43): 1804394.
- Liu P, Zhang K, Liu F, et al. Effect of fluorine content in thienothiophene-benzodithiophene copolymers on the morphology and performance of polymer solar cells[J]. Chemistry of Materials, 2014, 26(9): 3009-3017.
- Wang W, Zhao Q, Li H, et al. Transparent, double - sided, ITO - free, flexible dye - sensitized solar cells based on metal wire/ZnO nanowire arrays[J]. Advanced Functional Materials, 2012, 22(13): 2775-2782.
- Li H, Zhao Q, Wang W, et al. Novel planar-structure electrochemical devices for highly flexible semitransparent power generation/storage sources[J]. Nano Energy, 2013, 13(3): 1271-1277.
- Zhong P, Ma X, Chen X, et al. Morphology-controllable polycrystalline TiO₂ nanorod arrays for efficient charge collection in dye-sensitized solar cells[J]. Nano Energy, 2015, 16: 99-111.
- Shi C, Dong H, Zhu R, et al. An “all-in-one” mesh-typed integrated energy unit for both photoelectric conversion and energy storage in uniform electrochemical system[J]. Nano Energy, 2015, 13: 670-678.
- Zhao Y, Zhao Y, Zhou W, et al. In situ cesium modification at interface enhances the stability of perovskite solar cells[J]. ACS applied materials & interfaces, 2018, 10(39): 33205-33213.
- Li Q, Zhao Y, Fu R, et al. Enhanced long-term stability of perovskite solar cells using a double-layer hole transport material[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2017, 5(28): 14881-14886.
- Li Q, Zhao Y, Fu R, et al. Efficient Perovskite Solar Cells Fabricated Through CsCl - Enhanced PbI₂ Precursor via Sequential Deposition[J]. Advanced Materials, 2018, 30(40): 1803095.

应用文章

SCS系列量子效率测量系统主要应用与特点介绍

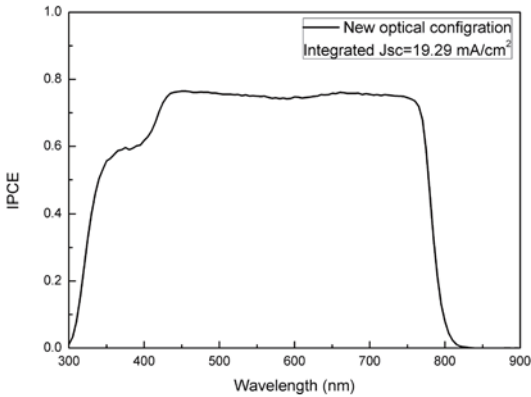
钙钛矿太阳能电池测试

钙钛矿（PVK）太阳能电池是目前科研太阳能电池领域最热门的太阳能电池种类之一。这种新型的太阳能电池采用了具有类似于钙钛矿种类结构的材料作为光吸收层。目前最高的钙钛矿太阳能电池效率已经可以比拟晶体硅太阳能电池。

由于目前钙钛矿太阳能电池可能存在响应速度慢或响应度线性度不均等问题，故对于钙钛矿太阳能电池非常适合采用交、直流测试系统，配合偏置光进行量子效率的测试。



钙钛矿电池样品结构图



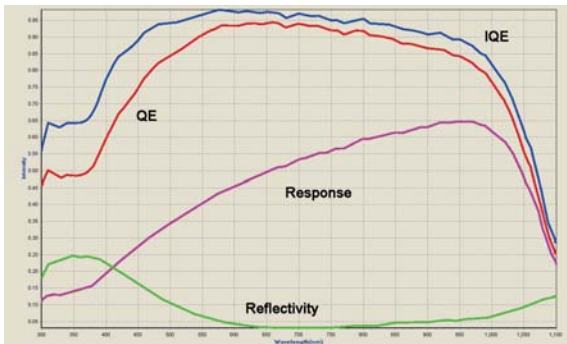
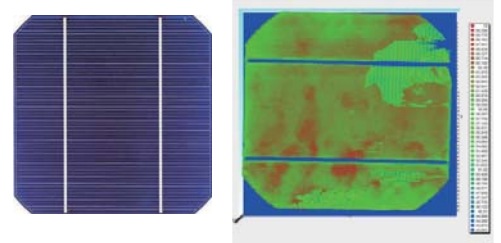
- 样品概述：
钙钛矿太阳能电池 2mmX2mm
- 测试条件：
光谱范围：300-850nm
测试光斑：Φ1mm
测试模式：直流测试
环境温度：25 ± 1℃
- 测试项目：
光谱响应度、外量子效率

晶体硅太阳能电池测试

晶体硅太阳能电池目前主要包括单晶硅、多晶硅电池，其特点是性能稳定、市场化工艺成熟，常规样品尺寸为 125mm 或 156mm 的方形电池片。目前 QE 系统用于工业化产品检测的主要是针对此类应用，可通过内外量子效率、反射率等参数分析电池片性能和均匀性，有助于成品效率提升。

针对此类应用，选择快速 Mapping 扫描功能，可以提供和分析快速 mapping 测试可以提供缺陷相关 LBIC 影像图。

晶体硅太阳能电池通常测试外量子效率、反射率、内量子效率以及表面均匀性（mapping 扫描）。



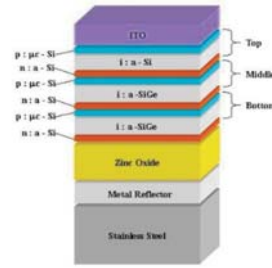
- 样品概述：
晶体硅电池 156mm × 156mm
- 测试条件：
光谱范围：300~1100nm 调制频率：170Hz 环境温度：25 ± 1℃
测试光斑：Φ10mm 时间常数：100ms
- 测量项目：
光谱响应度、外量子效率、反射率、内量子效率、短路电流密度。
- Mapping测试条件
室温、扫描步长 1mm、扫描时间 5min、测试波长 550nm。

非晶硅薄膜太阳能电池测试

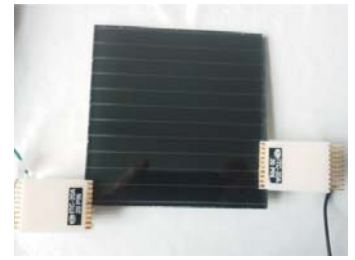
非晶硅薄膜太阳能电池是目前市场上少数具有能力挑战晶硅电池主流地位的电池种类。它的主要特点是成本低廉，非常有利于太阳能的普及。

非晶硅薄膜太阳能电池可以分为单结、双结和三结等，每一个PN结都可以看做一个子电池。因此在测量时应注意采用偏置光进行配合才能得到正确的结果。

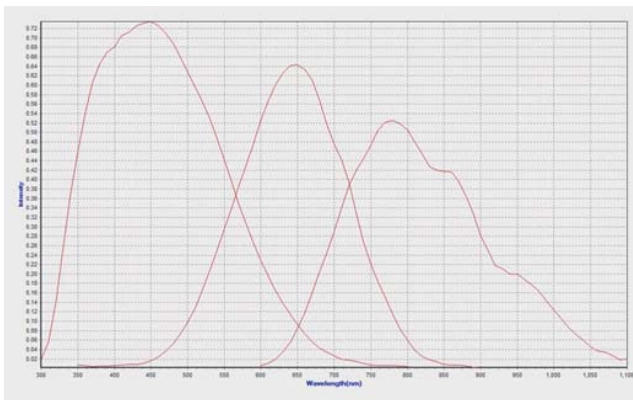
非晶硅薄膜太阳能电池通常测量外量子效率，多结电池需要测每个PN结的量子效率和短路电流密度。



三结非晶硅薄膜太阳能电池结构图



非晶硅薄膜太阳能电池样品实物图



■ 样品概述:

多结薄膜电池（非晶 / 微晶 / 微晶锗硅）100mm × 100mm

■ 测试条件:

光谱范围：300~1100nm 时间常数：300ms
 测试光斑：Φ2.5mm 蓝光、红光偏置
 调制频率：180Hz 环境温度：25 ± 1℃

■ 测量项目:

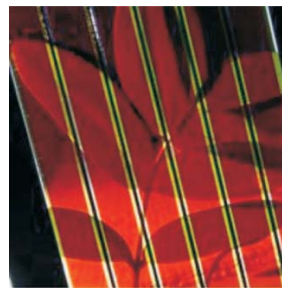
子电池的外量子效率、短路电流密度

染料敏化太阳能电池测试

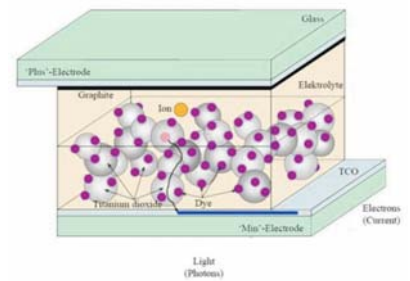
染料敏化太阳能电池（DSSC）是目前科研单位研究最多的一种太阳能电池，它通过染料吸收太阳光，在染料与纳米晶体的界面处产生自由电荷，然后通过外电路将电能导出。

染料敏化太阳能电池的响应速度很慢，因此在进行QE测试的时候应特别注意，通常采用直流方法测量。在特定的条件下，也可以采用交流方法测量。

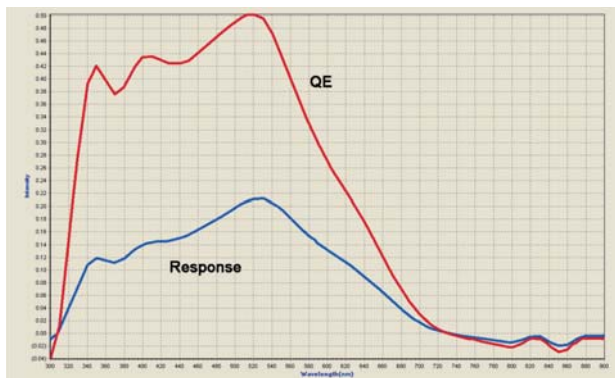
染料敏化太阳能电池通常只测量外量子效率。



染料敏化太阳能电池样品实物图



染料敏化太阳能电池样品结构图



■ 样品概述:

染料敏化太阳能电池 10mm × 10mm

■ 测试条件:

光谱范围：300~800nm 直流测试模式
 测试光斑：Φ1.5mm 环境温度：25 ± 1℃

■ 测量项目:

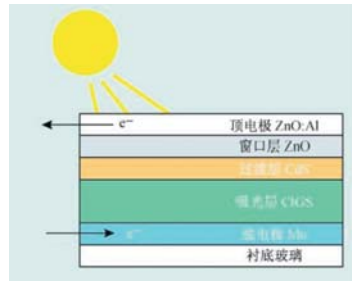
光谱响应度、IPCE（外量子效率）

铜铟镓硒太阳能电池测试

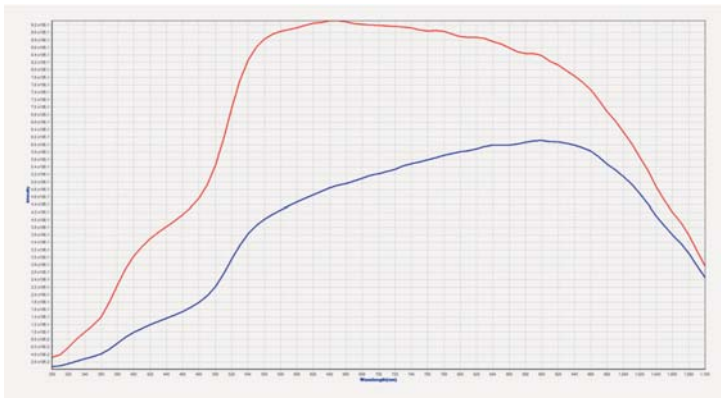
铜铟镓硒（CIGS）太阳能电池是已经初步市场化的一种新兴太阳能电池，其制备工艺特别适合批量生产，非常有潜力，但制备工艺还可以进一步完善。

铜铟镓硒太阳能电池的光谱范围比较宽，在条件允许的情况下，建议测到 1400nm。

铜铟镓硒太阳能电池通常测量外量子效率、反射率、内量子效率。



铜铟镓硒电池结构图



■ 样品概述:

CIGS 太阳能电池 30mm × 30mm

■ 测试条件:

光谱范围：300~1400nm

时间常数：100ms

测试光斑：Φ2.5mm

环境温度：25 ± 1℃

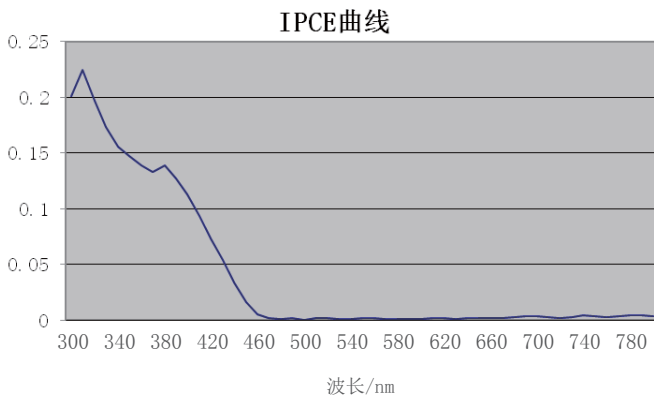
调制频率：113Hz

■ 测量项目:

外量子效率、内量子效率

光电化学样品测试

光电化学电池样品的测试，一般测试的是样品的量子效率曲线峰值与对应的截止波长，这样可以得知样品最大的响应光谱以及计算得到样品的能带间隙。



■ 样品概述:

三氧化钨（WO₃）外量子效率测试

■ 测试条件:

光谱范围：300-800nm

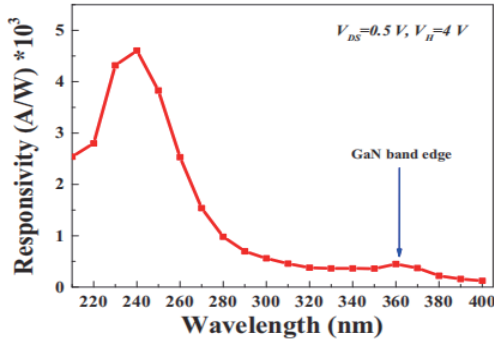
工作电极：WO₃

对电极：Pt 电极

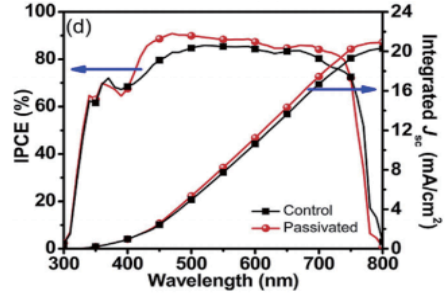
参比电极：AgCl 电极

电解液：0.2Mol Na₂SO₄ 溶液

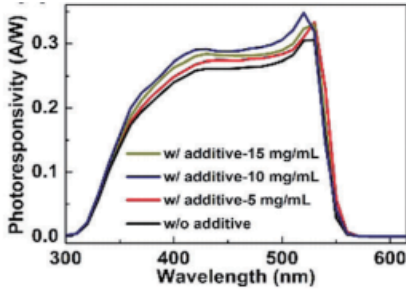
探测器标定系统客户测试案例



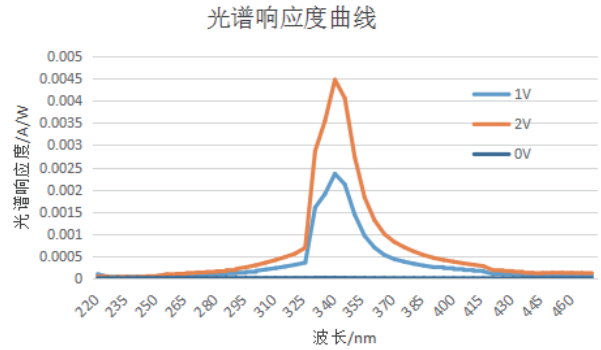
AlGaIn/GaN HEMT 紫外探测器 (V_{DS}=0.5V;V_H=4V) ①



钙钛矿IPCE曲线②



CsPbBr₃探测器光谱响应度



不同偏压下光谱响应度

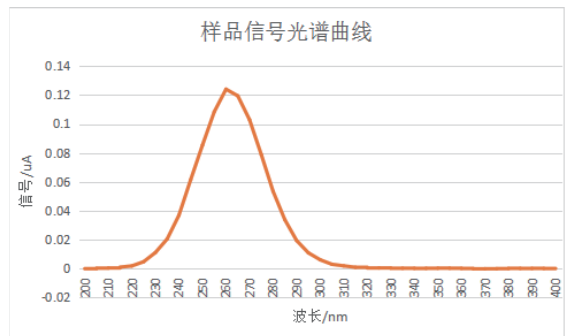
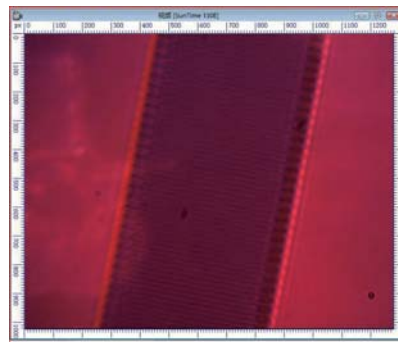
参考文献:

- ① "Suspended tungsten trioxide(WO₃)gate AlGaInGaN heterostructure deep ultraviolet detectors with integrated micro-heater" Vol. 27, No. 25 / 9 December 2019 / Optics Express
- ② "Enhanced efficiency and light stability of planar perovskite solar cells by diethylammonium bromide induced large-grain 2D/3D hybrid film" Organic Electronics 67 (2019) 101–108
- ③ "Sacrificial additive-assisted film growth endows self-powered CsPbBr₃ photodetectors with ultra-low dark current and high sensitivity" J. Mater. Chem. C, 2020, 8, 209--218

维纳器件光谱响应度测试系统测试案例

样品:

- 光源: EQ99光源
- 数采: Keithley2400
- 光路: 10倍显微物镜
- 波长范围: 200-400nm



a. 监控CCD下观察的样品图片 (宽度100μm); b. 样品信号曲线

助力钙钛矿太阳能电池技术新发展

—卓立汉光太阳能电池测试系统解决方案

钙钛矿太阳能电池简介

太阳能电池是通过光电效应或者光化学效应直接把光能转化成电能的装置。简单的说，太阳光电的发电原理，是利用太阳能电池吸收 400nm~1100nm 波长（针对硅晶）的太阳光，将光能直接转变成电能输出的一种发电方式。

太阳能技术发展大致经历了三个阶段：第一代太阳能电池主要指单晶硅和多晶硅太阳能电池，其在实验室的光电转换效率已经分别达到 25% 和 20.4%；第二代太阳能电池主要包括非晶硅薄膜电池和多晶硅薄膜电池。第三代太阳能电池主要指具有高转换效率的一些新概念电池，如染料敏化电池、量子点电池以及有机太阳能电池等。

钙钛矿型太阳能电池（perovskite solar cells），是利用钙钛矿型的有机金属卤化物半导体作为吸光材料的太阳能电池，属于第三代太阳能电池，也称作新概念太阳能电池，是《科学》杂志评选的 2013 年度十大科技突破之一，是一种有望进一步降低光伏发电价格的新型光伏体系。目前钙钛矿太阳能电池发展现状良好，但仍有若干关键因素可能制约钙钛矿太阳能电池的发展，其中最关键问题之一是电池的稳定性问题。

钙钛矿电池技术新发展—新型钝化技术

近年来，金属卤化物钙钛矿太阳能电池（PSCs）的能量转化效率显著提高，从 2009 年的 3.8% 提升至 2018 年的 23.7%，这得益于钙钛矿电池吸光系数高、载流子迁移率高、载流子寿命长等令人着迷的光学和电子特性。不仅如此，制作工艺简单、材料成本低廉，也使它成为目前最有应用前景的新型太阳能电池器件之一。然而，研究人员发现无机-有机混合型钙钛矿甲胺铅碘（MAPbI₃）材料对于水、氧非常敏感。除此之外，钙钛矿太阳能电池各功能层之间存在界面缺陷，这些缺陷会引起钙钛矿分解，降低器件的稳定性，加速器件老化。因此，如何减少或钝化器件中的缺陷对于制备高性能、高稳定性电池至关重要。

根据不同的钝化位置和钝化目的，对钙钛矿太阳能电池的钝化技术可以分为以下几类：

电子传输层与钙钛矿层

大多数高性能的钙钛矿太阳能电池采用 TiO₂ 作为电子传输层，但 TiO₂ 是很好的光催化剂，会加速器件性能衰减。可以通过物理隔离电子传输层和钙钛矿层，提高器件的稳定性。同时，TiO₂ 与钙钛矿层的缺陷可能导致器件的光伏回滞特性，采用 I 主族金属元素、氯化物、聚合物掺杂等方法可以减少激子复合和回滞。

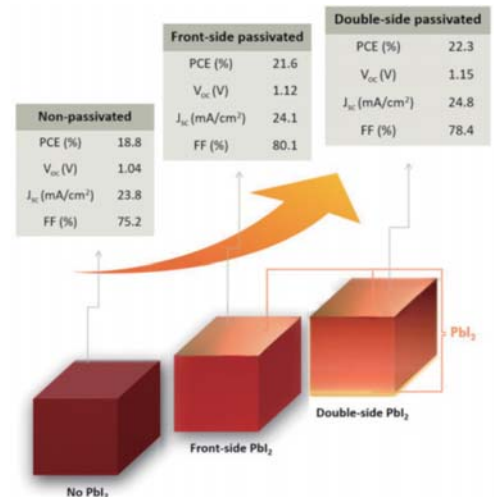
钙钛矿层和空穴传输层

钙钛矿层和空穴传输层之间由于悬空键的存在，钙钛矿表面存在大量缺陷，激子复合率高。通过在两层间加入一超薄的 PMMA 层或 Al₂O₃ 层，可以有效钝化界面，阻挡激子复合并提升器件性能。

钙钛矿层本身

在钙钛矿层中加入含阳离子的憎水大分子，保护钙钛矿层，避免水汽侵入，从而提升钙钛矿太阳能电池的湿稳定性。

北京大学物理学院的赵清教授课题组在之前发展的籽晶诱导的基础上，进行了系统的界面优化，通过分别控制有机胺盐（NH₂CHNH₂/CH₃NH₃Br）在碘化铅（PbI₂）上的反应深度，钙钛矿的分解程度，以及钙钛矿表面的溶剂处理，实现了钙钛矿薄膜的顶部、底部以及晶界处 PbI₂ 的形成这一系列的钝化。得到稳态输出效率超过了 22%，稳态开路电压 1.15V（相对于带隙宽度损耗仅为 0.38V）的钙钛矿电池，基本为 1.53eV 带隙钙钛矿电池的最低开路电压损失。通过时间分辨的荧光检测以及详细的阻抗谱分析，证实 PbI₂ 和钙钛矿的界面是一个缺陷非常少的界面，几乎可以和 Si/SiO₂ 界面相媲美。（相关工作发表在 Solar RRL（DOI: 10.1002/solr.201800296）上。）

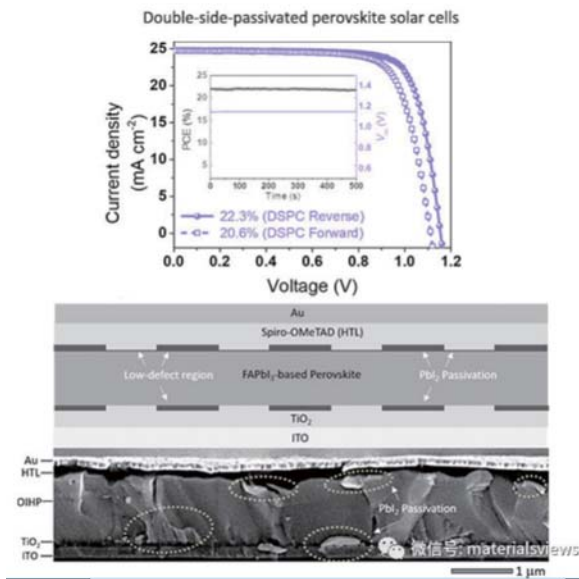


非钝化、单面钝化与双面钝化对比图

助力钙钛矿太阳能电池技术新发展—卓立汉光太阳能电池测试系统解决方案

中科院化学研究所胡劲松研究员课题组与于贵研究员课题组及天津大学化工学院冯亚青教授课题组合作发表了题目为“High-Mobility Hydrophobic Conjugated Polymer as Effective Interlayer for Air-Stable Efficient Perovskite Solar Cells”的文章。本文介绍了一种通过引入高迁移率疏水共轭高分子界面层来解决空穴传输层添加剂导致器件不稳定问题并同时改善器件转换效率的方法。研究人员在钙钛矿太阳能电池的钙钛矿层与传统空穴传输层（Spiro-OMeTAD）间引入一种具有高迁移率的疏水共轭高分子（PD-10-DTTE-7）界面层，显著提高了钙钛矿太阳能电池的空气稳定性和光电转换效率（相关工作在线发表在 Solar RRL (DOI: 10.1002/solr.201800232) 上)

中科院化学研究所胡劲松研究员课题组与于贵研究员课题组及天津大学化工学院冯亚青教授课题组合作发表了题目为“High-Mobility Hydrophobic Conjugated Polymer as Effective Interlayer for Air-Stable Efficient Perovskite Solar Cells”的文章。本文介绍了一种通过引入高迁移率疏水共轭高分子界面层来解决空穴传输层添加剂导致器件不稳定问题并同时改善器件转换效率的方法。研究人员在钙钛矿太阳能电池的钙钛矿层与传统空穴传输层（Spiro-OMeTAD）间引入一种具有高迁移率的疏水共轭高分子（PD-10-DTTE-7）界面层，显著提高了钙钛矿太阳能电池的空气稳定性和光电转换效率（相关工作在线发表在 Solar RRL (DOI: 10.1002/solr.201800232) 上)



石墨炔是一种 sp 和 sp² 杂化的 π 共轭体系的二维材料，n 型半导体特性，且拥有适当的带隙、高电子态密度及良好的疏水性。中科院物理研究所孟庆波课题组与化学研究所李玉良课题组在这一领域开展深入合作，将石墨炔引入到了 FA_{0.85}MA_{0.15}Pb(I_{0.85}Br_{0.15})₃ 钙钛矿膜中，构建了石墨炔/钙钛矿体相异质结薄膜。在此基础上，制备了高效、水稳定性优异的钙钛矿太阳能电池。实验表明，钙钛矿/石墨炔体相异质结促进了激子分离并提高光生电子的抽取能力，提升了电子传输能力，电池的短路电流升高。另外，石墨炔的引入钝化了晶界和界面缺陷，有效地抑制了光生载流子的复合，获得了相对较高的填充因子，以及 20.54% 的光电转换效率。此外，基于石墨炔/钙钛矿体相异质结的钙钛矿薄膜的抗湿性得到明显提升。（相关结果发表在 Advanced Energy Materials (DOI: 10.1002/aenm.201802012) 上。）

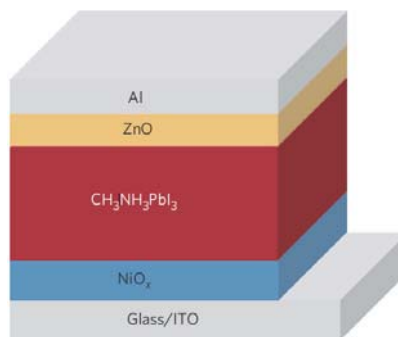
卓立汉光为钙钛矿电池测试提供特殊定制样品台

钙钛矿太阳能电池除两端电极外，功能层分为空穴传输层（NiO_x）、钙钛矿层（CH₃NH₃PbI₃）以及电子传输层（ZnO）。太阳光从 ITO 玻璃面入射，电极在入射光背面，称为背电极结构。阴极为 Al、阳极为 ITO。

卓立汉光针对这种背电极结构的钙钛矿太阳能电池提供定制样品探针台，QE-F6-D。由于不同客户制作的电池尺寸和电极位置不同，因此卓立汉光针对每个客户的电池尺寸及电极位置量身定做样品台，达到电极接触良好、不遮光、不易损坏 ITO 膜及同一样品上不同电池块输出的快速切换。

QE-F6-D使用简单，只需三步就可以完成样品安装：

- 解锁打开上盖；
- TO面朝上放入样品台；
- 扣上盖锁好，旋转旋钮选择不同电池片的电流输出；



钙钛矿电池结构



QE-F6-D 样品探针台

助力钙钛矿太阳能电池技术新发展—卓立汉光太阳能电池测试系统解决方案

卓立汉光提供全套钙钛矿电池测试系统

IV系统

功能

测量太阳能电池短路电流、短路电流密度、开路电压、最大功率、最大功率电流、最大功率电压、填充因子、光电转换效率、正反向调速扫描与暗电流扣除功能。

特点

AAA级太阳光模拟器，长时间稳定性好（不稳定度 < 0.8%）可用于长时间稳定性测试，模拟器光出口四个方向可调满足客户样品在手套箱里面的测试需求，出光口遥控光阑片方便遮光更换样品。

系统组成

太阳光模拟器、标准单晶硅太阳能电池（中国计量研究院标定）、吉时利2400源表、样品探针台、IV软件。

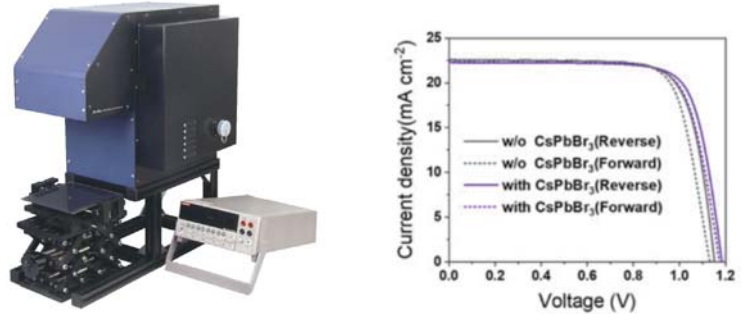


Figure S7. J-V characteristics of devices w/o CsPbBr₃ (dark grey) and with CsPbBr₃ (violet) under different scanning directions. The scanning rate is 50 mV/s and the scanning direction is from 1.2 V to -0.01 V (reverse) or from -0.01 V to 1.2 V (forward). The solar cell performance parameters are summarized in Table S1.

图引自 Constructing CsPbBr₃ Cluster Passivated-Triple Cation Perovskite for Highly Efficient and Operationally Stable Solar Cells.

QE系统

功能

光谱响应度、外量子效率、内量子效率、反射率、透射率、积分短路电流密度、光束诱导电流。

特点

测量结果重复性高测量结果准确可重复，自动化测试流程高简化测试员工作、测试出错率低，系统最小光斑直径小于1mm满足小面积电池的测试需求，高稳定性高强度光源不同重复标定标准探测器，节省测试时间，高强度光源充分激发电池效率，测试结果更准确，全反射光路无色差测试结果无偏差。

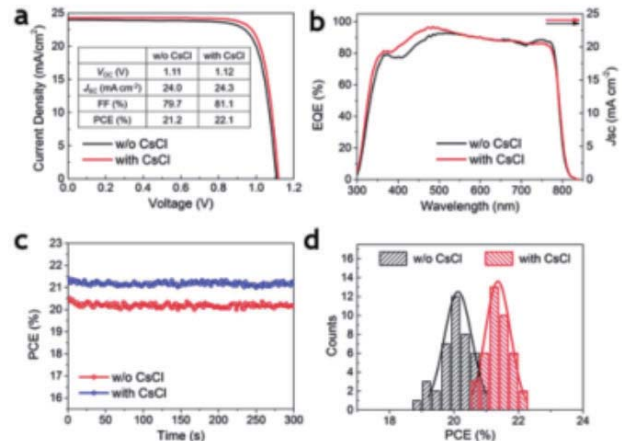


Figure 4. Photovoltaic performance comparison of PSC. a) J-V characteristics of the solar cells w/o CsCl (black) and with CsCl (red) for the reverse scans (from 1.15 to -0.01 V). The solar cell performance parameters are listed in the inset. b) The EQE spectrum of the devices w/o CsCl (black) and with CsCl (red). c) The steady-state output of the devices w/o CsCl (red) and with CsCl (blue). d) Histogram with Gaussian fitting curve of solar cell efficiencies (reverse scan) for 40 devices w/o CsCl (black) and 40 devices with CsCl (red) in eight batches.

图引自 Efficient Perovskite Solar Cells Fabricated Through CsCl-Enhanced PbI₂ Precursor via Sequential Deposition.

高效率和光电压的单结聚合物太阳能电池

引言

聚合物太阳能电池是具备较大前景的下一代光伏电池，可以通过室温溶液处理法制造，其中，串联聚合物太阳能电池因其 10% 的高功率转换效率而备受关注。华南理工大学材料科学与工程学院吴宏滨老师课题组，研究了一种新开发的半导体聚合物电池，通过改变活性层的成分和共混物的结构顺序来实现对带状拖尾的控制，使材料具有高性能光敏层、更高的化合价能级，在电子结中将尾态密度降低到电子受体的导带以下，在单结器件中实现了类似串联聚合物电池的效率。

研究成果

华南理工大学材料科学与工程学院吴宏滨老师课题组证明了通过控制 PC71BM 的 LUMO 以下的带尾效应，可以有效缓解和调节基于窄带隙聚合物 PSCs 的开路电压中的基本损耗，并且可以在很宽的范围内（100 mV）进行调制。通过光电流光谱响应特性分析和结构表征的实验结果，我们发现带尾效应的减少以及电子和空穴准费米能级分裂的增加有助于改善开路电压。此外，我们在带拖尾和器件的光电压输出之间建立了相关性，提供更多有关高 VOC 起源的应用，为材料的进一步改进提供理论和实验指导依据。

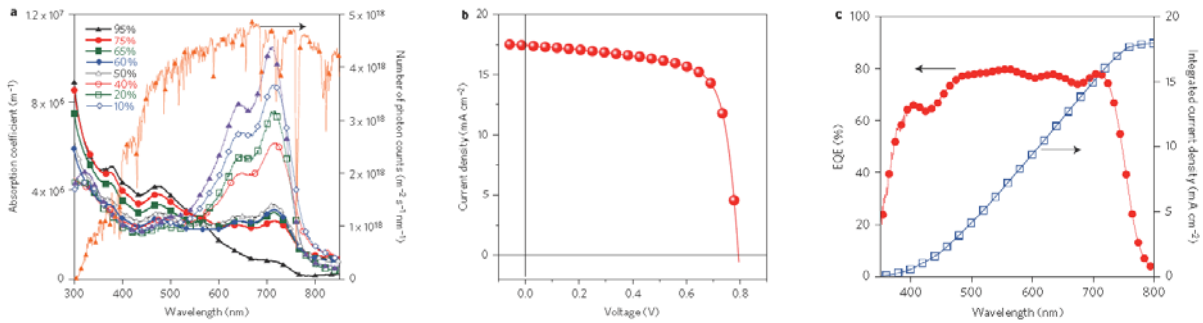


图1 60wt% PC71BM的PSCs共混物的光学性质和的器件性能

氟取代法对深化的有效性，HOMO能级和PTB7-Th作为有希望的电子供体

本文首先研究了具有规则组成的倒置结构中器件的性能，其中聚合物:PC71BM的比例为 1:1.5。在 1 个太阳光 1000 W m^{-2} 的光照，模拟 AM 1.5G 照明情况下，PSCs 展现出了非常好的光电性能。根据器件的 J-V 特性得出的器件参数，如 VOC，Jsc 和填充因子 (FF) 分别为 0.815 V， 17.52 mA cm^{-2} 和 72.0%，效率为 10.28 %。与我们以前的报告中最佳 PTB7 器件的性能相比 (VOC= 0.740 V，Jsc= 17.20 mA cm^{-2} ，FF = 72.0%和 PCE = 9.15%)，PTB7-Th 器件具有更高的 VOC 和更高的 Jsc，表明氟取代基方法确实是一种非常成功的方法。

通过将 EQE 数据与 AM 1.5G 太阳光谱的乘积积分而获得的理论 Jsc 为 17.99 mA cm^{-2} ，这与从 J-V 特征曲线获得的值非常吻合 (图 1b, 表 1)，这些数据为了进一步增强 PTB7-Th 器件的 VOC 和整体器件性能提供了一定的实验依据。

PC ₇₁ BM (%)	V _{OC} (V)	J _{sc} (mA cm ⁻²)	FF (%)	PCE (%)
10	0.720	3.31	44.05	1.04
20	0.801	6.84	38.88	2.13
40	0.804	16.61	68.11	9.09
50	0.806	17.18	66.15	9.16
60	0.815	17.52	72.01	10.28
65	0.825	17.43	73.78	10.61
75	0.832	15.82	69.01	9.08
95	0.840	7.31	69.53	4.27

表1PC71BM在10%至95%之间的重量分数变化范围

高效率 and 光电压的单结聚合物太阳能电池

为了调查 VOC 增强机制, 本文分析了器件的暗饱和电流, 从图 3a, b 中可以看出, 所有曲线斜率基本一致, 其理想因子值为 1.45 ± 0.15 。根据 VOC 的斜率与光强度的自然对数 (图 3c), 发现大多数设备在照明条件下的理想因子为 1.10 ± 0.10 , 器件之间的电荷动态变化不大。

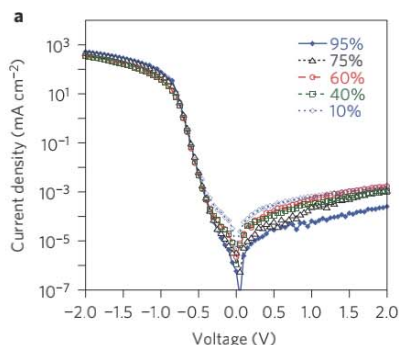


图3a 有源层中具有不同PC71BM重量分数的一系列典型器件的暗伏安特性;

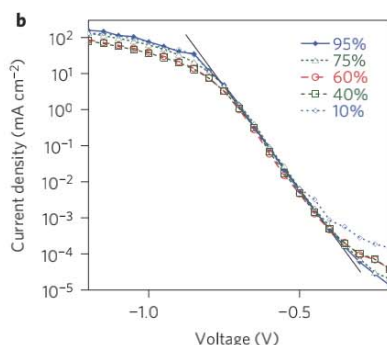


图3b 黑色实线最适合暗J-V的指数增长特征;

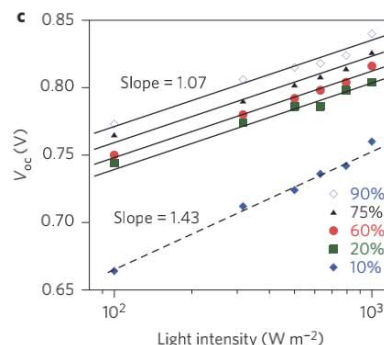


图3c VOC与器件的光强度自然对数

结论

本文研究发现单结 PSCs 材料的 PCEs 超过 10%, 该太阳能电池性能可与非晶 / 微晶硅太阳能电池相比拟, 是一种高效有机串联元件。通过使用新合成的, 具有深 HOMO 能级的窄带隙半导体聚合物, 以及控制电子受体传导带以下的尾态密度和共混物的无序度, 该材料在相对较低的光照强度条件下 (0.3–0.5 太阳照射) PCEs 可以达到 11%, 这是朝着实现经济高效的太阳能电池迈出的重要一步, 也为太阳能电池材料的研究提供了一定的理论和实验依据。

文章信息

这一成果发表在 nature photonics 上, 该文章是由华南理工大学材料科学与工程学院吴宏滨老师课题组完成, 文章链接: <https://www.nature.com/articles/nphoton.2015.6>

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司 “研究级 DSR100 系列探测器光谱响应度标定系统”, 如需了解该产品, 欢迎咨询我司。(附录产品链接) http://zolic.com.cn/index.php?a=prodcon&oneid=370&twoid=409_0&id=409&cid=1015

免责声明

北京卓立汉光仪器有限公司公众号所发布内容 (含图片) 来源于原作者提供或原文授权转载。文章版权、数据及所述观点归原作者原文出处所有, 北京卓立汉光仪器有限公司发布及转载目的在于传递更多信息及用于网络分享。

如果您认为本文存在侵权之处, 请与我们联系, 会第一时间及时处理。我们力求数据严谨准确, 如有任何疑问, 敬请读者不吝赐教。我们也热忱欢迎您投稿并发表您的观点和见解。

基于可回收溶解-重结晶法制备高稳定、高载流子通道的全无机钙钛矿薄膜

引言

根据最近报道，一种新型半导体纳米材料，即全无机卤化物钙钛矿纳米晶体 (IPNC, CsPbX_3 , $X = \text{Cl, Br, I}$), 具有高稳定性, 超高光致发光量子产率 (PL QY), 可以在整个可见光波段发光。围绕钙钛矿材料的研究非常火热, 但是研究大多集中在材料的制备以及其光学性能上。众所周知, 随着材料尺寸减小, 纳米材料具有更大的比表面积, 而比表面积最终在纳米材料的物理化学特性 (包括发光特性, 载流子运输和催化特性等) 中起着主导作用。表面活性剂是一种在 IPNC 合成过程中必不可少的添加剂, 它有助于提高分散稳定性并控制生长动力, 有利于器件制备; 但同时也会影响成膜过程并阻碍颗粒之间的载流子传输, 其影响在一定程度上甚至决定了 IPNC 的物理化学特性。

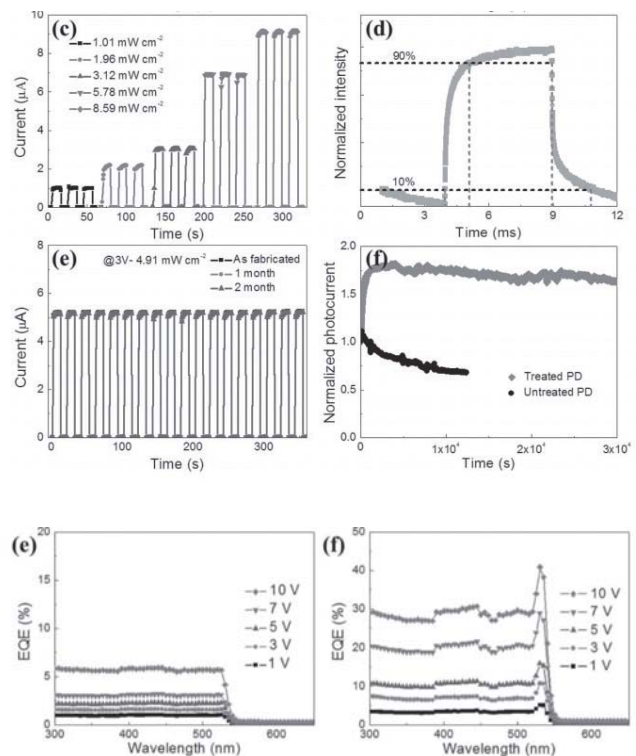
南京理工大学曾海波教授课题组报道了一种有趣的全无机钙钛矿表面化学现象, 即可循环的溶解-重结晶, 通过室温 (RT) 下的自我修复, 为光电设备构建紧凑而平滑的载流子通道。

首先, 根据溶解度平衡原理, 通过用极性溶剂洗涤或在室温下借助表面活性剂搅拌, 将 CsPbBr_3 晶体尺寸可逆地调整在 10 nm-1 μm 的范围内。然后在薄膜内形成液体环境, 这种液体环境可以将表面和尖锐部分的物质输送到缝隙中并在 RT 下自我修复, 从而来提高薄膜质量。该方法可产生大面积, 无裂纹, 低粗糙度的钙钛矿薄膜。测试显示相应 PD 的性能得到大幅提升, 从而证明了该方法促进了器件通道中载流子的运输和提取。

经过处理的钙钛矿薄膜的光电探测器 (PD) 表现出更高的响应度, 更快的响应速度 (上升和衰减时间分别为 1ms、1.8 ms), 同时稳定性也更好。

在 10V 的偏压下, 基于经过处理的 CsPbBr_3 薄膜的 PD 的响应度从 0.024A/W 提高到 0.176A/W, 增加了七倍以上。同时在不同偏压下测试了 EQE, 验证光生载流子利用效率。随着施加偏压的增加, 在 531 nm 处的最大 EQE 值也随之增加, 在 10 V 时达到 41%; 该值比未处理器件的 EQE 值高得多。这种大约七倍的增加与响应性结果一致, 表明光生载流子的损失减少。

(基于未经处理和经过处理的 CsPbBr_3 薄膜的 PD 在不同偏压下的 EQE 光谱) 该论文采用卓立汉光 DSR 探测器光谱响应度测试系统测试了 PD 的 EQE 光谱。



结论

本文中, 曾海波教授课题组报道了一种室温可回收的、微观自愈行为的卤化物钙钛矿材料, 由于表面活性剂和极性溶剂的影响, 材料可形成循环的溶解-重结晶过程, 这种制备方法应用到不同类型的钙钛矿制备工艺里。该方法在甲苯与乙醇的混合溶液室温环境下进行, 紧凑光滑载体可以形成器件通道, 从而提高效率光生载流子的传输和提取速度。因此, 经过处理的钙钛矿材料展现出优良的性能, 如高响应度、EQE、响应速度和稳定性等。通过本文的研究, 可以为科学工作者提供简单易行的方案制备各种无机卤化物钙钛矿装置, 尤其是为氟化硅器件提供理论和实验依据。

这一成果近期发表在 *Advanced Functional Materials* 上, 该文章是由南京理工大学曾海波课题组完成。

文章链接: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adfm.201601571>

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司研究级 DSR100 系列探测器光谱响应度标定系统, 如需了解该产品, 欢迎咨询我司。

(附录产品链接)

<http://zolic.com.cn/index.php?a=prodcon&oneid=370&tvoid=409&cid=&id=409&cid=1015>

光电流诱导甲基铵基碘化铅钙钛矿太阳能电池加速降解研究

研究背景

卤化铅钙钛矿电池由于其出色的光电特性，光电转换效率（PCE）从最初的 3.8% 迅速上升至 22.1%，在光伏领域备受关注。但钙钛矿的长期稳定性差，阻碍其商业化进度，一直是研究亟待解决的问题。之前大部分研究，只是集中在认识分解原因层面，很少研究性能下降动态过程。研究降解的动力学过程有助于提高和改善钙钛矿电池的长期稳定性，具备非常高的现实意义。

深圳大学屈军乐教授课题组通过监控短路电流（ J_{sc} ）变化情况来研究电池性能退化动力学（ D_{rate} ），经过光照 IV 测试后，发现退化动力学从约 $0.02 \text{ mA cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 变化到约 $0.35 \text{ mA cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$

器件和表征

采用旋涂法制备未封装的平面结构钙钛矿电池，电池结构和形态如下图所示。未封装的钙钛矿电池（PSCs）的光电流 - 电压（IV 曲线），在暗条件下器件放置在大气环境中（相对湿度 65%）15 分钟（第一次测试）和 30 分钟（第二次测试），清楚的显示出性能如图 1c 所示，在第一次测试中，PCS 表现出了出色的光电性能（ $PCE=16\%$ ）（ J_{sc} ）约为 21.4 mAcm^{-2} ， V_{oc} 为 0.98 V ，填充因子（ FF ）约为 77% ，但是当放置时间到 30 分钟后， J_{sc} 、 V_{oc} 和 FF 分别降至 15.4 mAcm^{-2} 、 0.96 V 和约 70% ，相当于第二次测试中将近 37% 的光电转换效率损失。

为了进一步研究 PCS 降解动力学，通过 IPCE 积分短路电流密度值（ J_{sc} ），评估性能下降动力学（ D_{rate} ），下图显示了未封装的 PSCs 光照之前和之后的 IPCE 曲线（放置时间 5-15 分钟）。发现 $400\text{-}500\text{nm}$ 和 $710\text{-}760\text{nm}$ 会明显下降（ $< 15\text{min}$ ），如图 2a 中的插图 1 和 2 所示，一般钙钛矿正面对短波长敏感（蓝色），背面对长波长敏感（红色），这是由于光的入射深度，水分扩散到 PSCs 中诱导和降解都起始于转换层和钙钛矿薄膜，这样将增加界面中的缺陷数量，从而导致 IPCE 值下降。

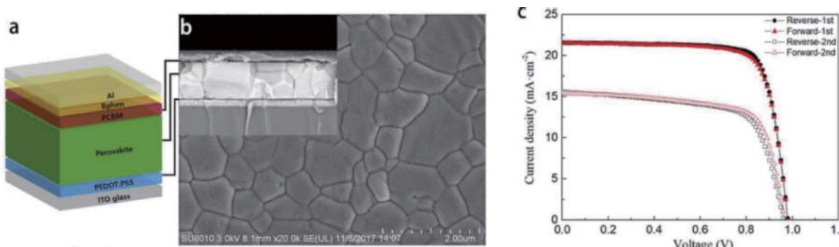
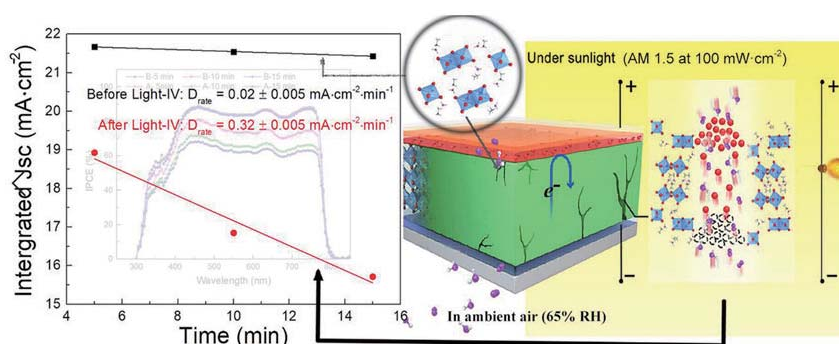
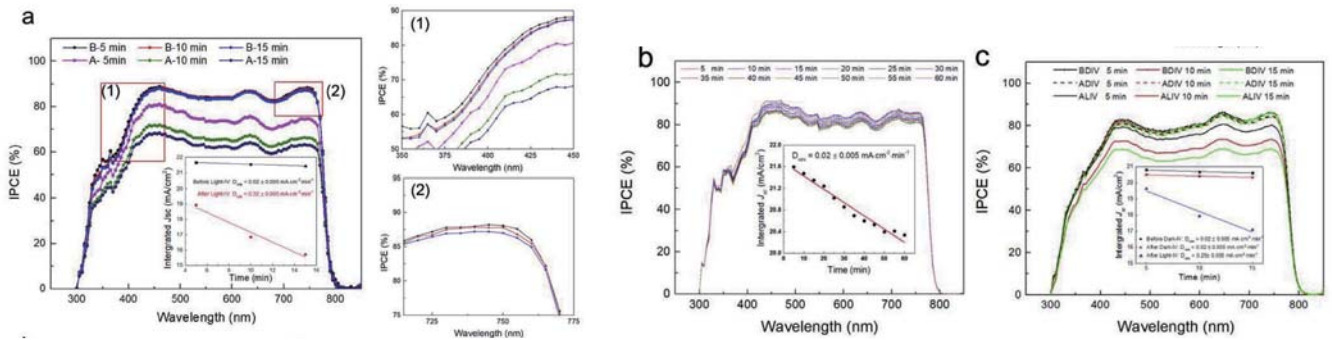


Table 1
Photovoltaic performance parameter of the PSC.

Test	V_{oc} (V)	J_{sc} (mAcm^{-2})	FF (%)	PCE (%)
Forward 1st	0.98	21.43	76.9	16.2
Reverse 1st	0.98	21.48	78.6	16.5
Forward 2nd	0.96	15.44	70.3	10.5
Reverse 2nd	0.96	15.61	67.5	10.1

光电流诱导甲基铵基碘化铅钙钛矿太阳能电池加速降解研究



为了解降解加速机理，从物理和化学的角度对光 IV 试验前后的器件进行了特性分析。下图中显示了光 IV 之前和之后的 PSCs 的暗 IV 曲线，并通过两二极管模型进行了数据拟合

$$J_{dark} = J_{diff} \left(\exp\left(\frac{q(V - R_S J_{dark})}{n_1 kT}\right) - 1 \right) + J_{rec} \left(\exp\left(\frac{q(V - R_S J_{dark})}{n_2 kT}\right) - 1 \right) + \frac{V - R_S J_{dark}}{R_{sh}} \quad (1)$$

其中 q, k, T, R_S 和 R_{sh} 分别是电荷，玻尔兹曼常数，绝对温度，串联电阻和并联电阻，

当偏压较小时 (V)，主要是分流影响暗电流 (J_{dark})，但随着偏压加大，由于太阳能电池二极管特性，复合和扩散的电流主要控制暗电流 (J_{dark})。光照 IV 测试后，J_{rec} 和 n₂ 在光照 IV 测试后增加，较高的 J_{rec} 和 n₂ 值表明复合增加了缺陷密度，复合不仅是增加了器件的缺陷态，还形成了局部缺陷。J_{diff} 值光照前后器件在一个数量级，由于局部缺陷加强的复合可能是造成 PSCs 在光照 IV 测试后电流损失的重要原因。

总结

深圳大学屈军乐教授课题组深入研究研究钙钛矿电池降解机理，通过研究短路电流变化率的实验数据表明，加速降解过程主要是水分诱发的水化作用和碘离子迁移。并采用三步实验进一步解释其降解机理，提出降解与水分和迁移速率有关，迁移的碘离子增强了水化进程，同时会快速形成 H₂O 和 O₂ 快速扩散通道，从而导致钙钛矿薄膜快速分解并增加缺陷态密度。当 PCBM 受到迁移碘离子损害时，扩散的 O₂ 会促进降解，这些结果表明减小迁移离子数量，有助于防止钙钛矿电池的降解。该实验成果为研究降解的动力学过程，提高和改善钙钛矿电池的长期稳定性提供理论和实验依据。

这一成果近期发表在 Journal of Power Sources 上，文章名 “Light-current-induced acceleration of degradation of methylammonium lead iodide perovskite solar cells”

该文章是由深圳大学屈军乐教授课题组完成，文章链接：<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.03.014>

本研究采用的是北京卓立汉光仪器有限公司 “Sirius” 系列太阳光模拟器和搭建的 IPCE 系统，如需了解该产品，欢迎咨询我司。

(附录产品链接)

http://www.zolix.com.cn/prodcon_370_372_1078.html

免责声明

北京卓立汉光仪器有限公司公众号所发布内容 (含图片) 来源于原作者提供或原文授权转载。文章版权、数据及所述观点归原作者原出处所有，北京卓立汉光仪器有限公司发布及转载目的在于传递更多信息及用于网络分享。

如果您认为本文存在侵权之处，请与我们联系，会第一时间及时处理。我们力求数据严谨准确，如有任何疑问，敬请读者不吝赐教。我们也热忱欢迎您投稿并发表您的观点和见解。

