
宁波材料所在无机钙钛矿电池研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11326.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！

钙钛矿材料以优异的光电性能和低温廉价的制备方法，获得光电研究人员的青睐，特别是作为活性层在光伏研究领域发挥重要作用。经过多年发展，其单结电池认证效率已接近单晶硅认证效率，然而，电池在工作环境下的长时间稳定性问题限制钙钛矿电池的商业化。为了解决钙钛矿稳定性问题，中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员方俊锋此前采用添加剂工程（Nat. Commun. 2018, 9, 3806; J. Mater. Chem. A 2019, 7, 8978; Nano Energy 2019, 58, 825; Adv. Energy Mater. 2019, 9, 1901852; Nano Energy 2019, 64, 103962; Chem. Mater. 2019, 31, 9032）和界面工程（J. Mater. Chem. A 2020, 8, 6546; J. Mater. Chem. A 2019, 7, 18898; J. Mater. Chem. A 2019, 7, 3336; J. Mater. Chem. A 2020, 8, 6517），以提升有机无机杂化钙钛矿电池的长时间稳定性。有机无机杂化钙钛矿中有机成分挥发导致其光热不稳定，相比而言，全无机钙钛矿具有良好的耐温性和光照稳定性，且无机钙钛矿具备钙钛矿电池发展重点之一的高效叠层结构前级的理想活性层材料，但是无机钙钛矿难以控制结晶性，这限制其效率的提升。此外，无机钙钛矿虽然具有良好的光热稳定性，但是对水敏感，在微量水的条件下易分解或发生相变，导致电池性能衰减或失活。

近期，方俊锋围绕无机钙钛矿电池效率限制和稳定性问题，展开研究并取得系列进展。

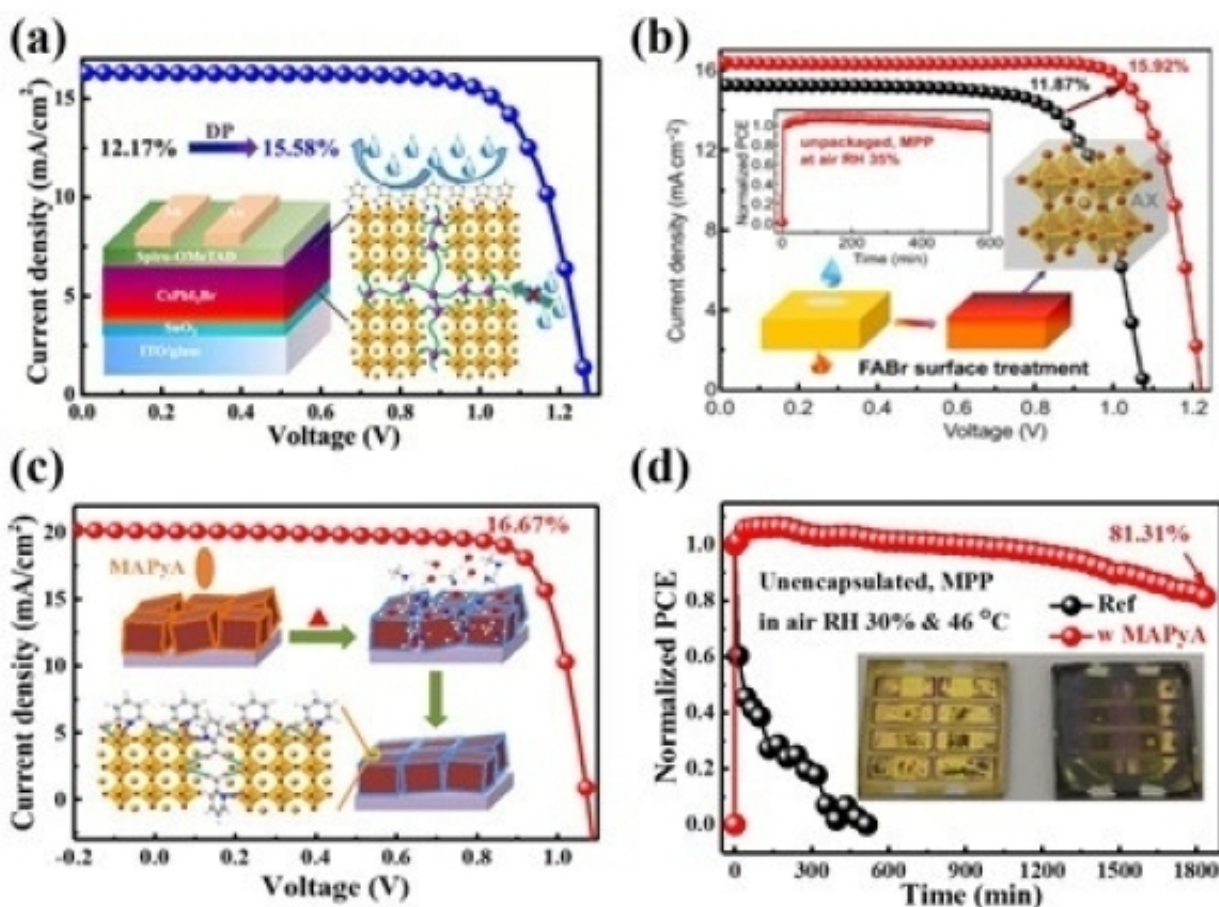
研究人员分析器件结构和光伏参数发现，限制效率提升的主要因素是差的结晶性和非辐射复合导致的开压（ V_{oc} ）损失。针对该问题，将有机小分子（trimethylolpropane triacrylate, TMTA）引入 $CsPbI_2$ Br钙钛矿前驱体溶液，TMTA分子中酯基能够有效改善无机钙钛矿结晶，经过高温退火后，分子中的双键发生交联形成网络填充晶界，实现生长调控和原位钝化保护效果；选择噻吩乙胺碘盐（Th-NI）为后处理剂，进一步抑制界面复合，实现双钝化保护，器件效率从12.17%提升到15.58%，且未封装的器件表现出优异的湿度稳定性，在相对湿度（RH）25%下存放1540 h，仍保持初始效率的83.4%（ACS Energy Lett. 2020, 5, 676-684）。

分布在钙钛矿表面不稳定的悬挂键（缺陷）是限制光伏器件的稳定性和效率另一个因素，缺陷为外界破坏提供通道促使钙钛矿分解和相变，且作为复合中心限制载流子传输造成表面复合和光伏损失，特别对于反向结构无机钙钛矿落后的效率发展。针对该问题，研究人员采用溴甲脒盐（FABr）进行表面处理，在150 °C退火下，FABr的扩散在钙钛矿中诱生附加内建电场加速电荷分离，同时赋予无机钙钛矿有效的表面缺陷钝化和Br-rich保护， V_{oc} 由1.078V提升至1.223V，实现反向 $CsPbI_2$ Br电池最高报道效率15.92%，器件在RH 20%湿度下存放1300 h保持91.7%（Nano-Micro Lett. 2020, 12, 1-13）。 $CsPbI_3$

钙钛矿具有更适合的带宽，然而，相变和薄膜非致密问题是其弱点。针对该问题，采用吡啶羧酸甲胺盐（MAPyA）进行表面原位修复和钝化，MAPyA在100 °C退火时分解为甲胺气体和吡啶羧酸离子，甲胺气体能够修复非致密的薄膜形貌，吡啶羧酸根能够有效钝化晶界和表面，其强相互作用可抑制CsPbI₃

的相变，同时取向的吡啶羧酸离子能够隔绝水分子破坏，解决湿度相变问题和薄膜致密问题。器件实现16.67%效率，这是目前报道最高的反向无机钙钛矿效率，且未封装器件在RH 30%空气中持续最大功率输出1800min保持初始效率81.13%，实现空气中未封装无机钙钛矿器件的长时间输出（ACS Energy Lett. 2020, 5, 3314-3321）。

研究工作得到国家自然科学基金、浙江省自然科学基金、中科院前沿科学重点研究计划和国家高层次人才特殊支持计划等的支持。



(a) 双钝化示意图；(b) 高温FAPbI₂修饰示意图；(c) 原位修复示意图；(d) 原位修复器件空气MPP性能对比

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](http://iikx.com)转发