南京大学实现柔性全钙钛矿叠层电池新突破

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18732.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！

南京大学实现柔性全钙钛矿叠层电池新突破。
2022年6月9日，南京大学谭海仁教授团队与吉林大学张立军团队合作在Nature Energy上发表了一篇题为Flexible all-perovskite tandem solar cells approaching 25% efficiency with molecule-bridged hole-selective contact的新研究。

课题组通过在空穴传输层上构建混合分子桥接界面层，显著降低了传输层与钙钛矿界面处的非辐射复合，结合叠层器件结构制备出了国际认证效率高达24.4%的柔性钙钛矿/钙钛矿两端叠层太阳电池，为目前效率最高的柔性钙钛矿太阳电池。

论文通讯作者是谭海仁、张立军教授；第一作者是李禄东、王玉瑞、王啸宇博士。

柔性太阳电池由于其质量轻、成本低、可弯曲等特点而有望在多种军用和国民经济关键领域实现应用，如航天航空、无人机、消费电子、电动汽车以及光伏建筑等。得益于钙钛矿材料优异的光电性能，柔性单结钙钛矿太阳电池的效率也迅速从2.6%提升到了22.4%，展现出了巨大的潜力。但与刚性钙钛矿电池25.7%的最高认证效率相比，其效率还存在很大差距，这制约了其应用。柔性钙钛矿电池性能受限的一个主要原因是柔性衬底较差的耐热性导致所制备的载流子传输层本身性能不够高且与钙钛矿层界面处存在严重的非辐射复合。另外，单结器件结构本身的理论效率限制也不利于柔性钙钛矿电池性能的进一步提升。

通过构建双结叠层器件结构，可以有效拓宽太阳光谱的吸收范围并减小器件的热弛豫损失，可将单结电池~33%的S-Q极限效率提升到45%。而钙钛矿材料带隙可调的特点也非常适合构建叠层太阳电池，这为高效柔性钙钛矿太阳电池的实现带来了曙光。然而，目前柔性钙钛矿/钙钛矿（或称全钙钛矿）叠层电池的研究还几乎处于空白。仅在2019年，美国Palmstrom等人首次制备了效率为21.3%的柔性全钙钛矿叠层电池。

近日，南京大学的谭海仁教授团队通过在氧化镍纳米晶空穴传输层上构建混合分子桥接界面层（MB-NiO），显著降低了空穴传输层与钙钛矿吸光层界面处的非辐射复合并促进了空穴载流子的抽取，结合叠层器件结构所制备的柔性全钙钛矿两端叠层太阳电池获得了24.4%的国际第三方认证效率，为目前柔性钙钛矿太阳电池的最高效率。吉林大学的张立军教授团队利用第一性原理模拟证明了桥接分子对宽带隙钙钛矿和氧化镍表面的缺陷钝化作用，为实验结果提供了强有力的理论支撑。

混合分子桥接界面层可有效改善界面能级匹配。本工作中采用基于咔唑和磷酸基团的两种不同偶极矩的空穴选择性分子（2PACz和MeO-2PACz）形成混合自组装单分子层来连接钙钛矿层和氧化

镍纳米晶空穴传输层。利用两种分子较大的分子偶极矩差异和不同的混合比例可以实现氧化镍表面价带顶能级位置在一定范围内连续可调，从而显著改善氧化镍与钙钛矿之间的能级匹配，进而促进载流子的输运并提升器件的光伏性能。

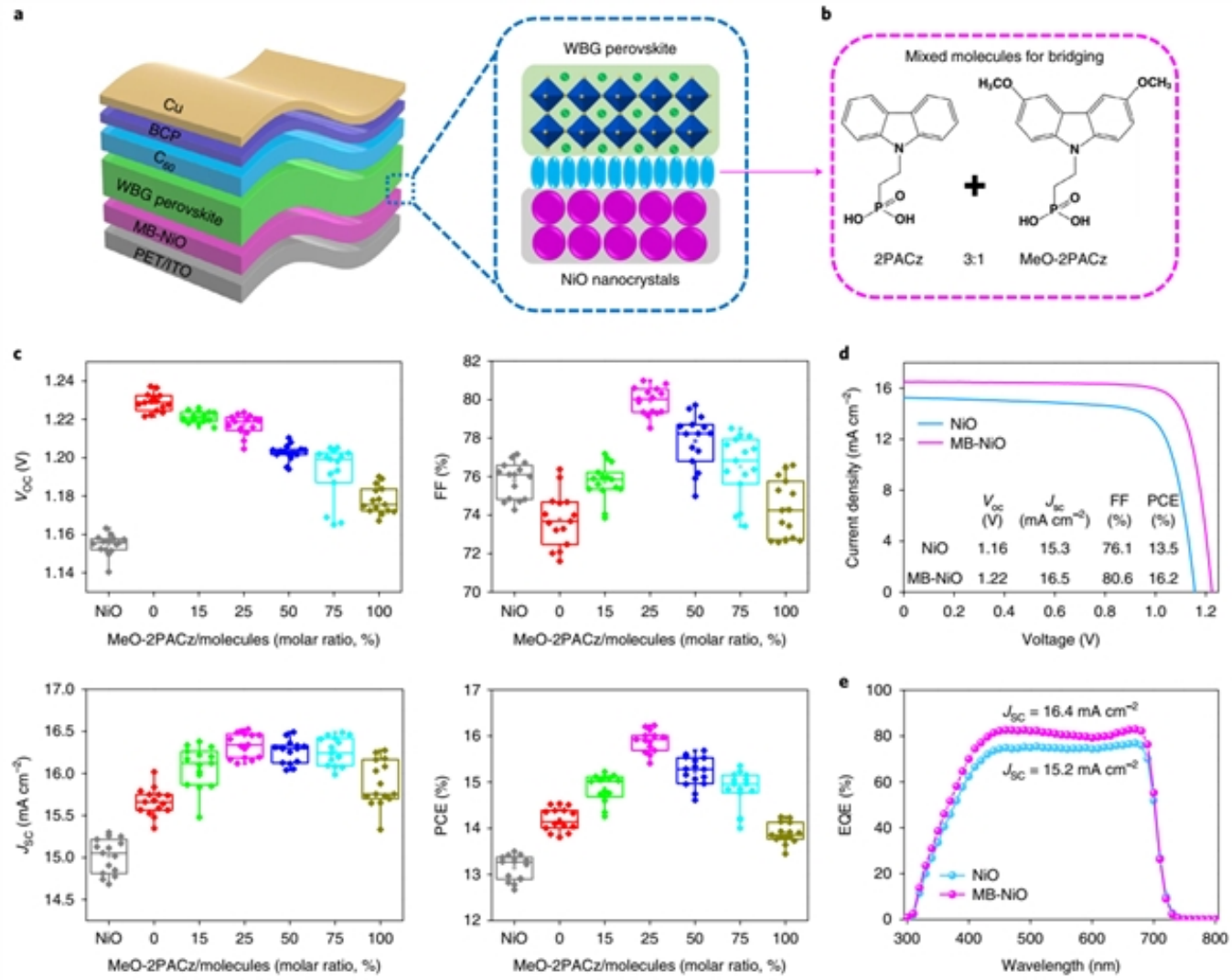


图1：柔性宽带隙钙钛矿太阳电池的器件结构及光伏性能。

分子桥接界面层可显著降低界面非辐射复合。研究发现，在基于柔性衬底的氧化镍纳米晶空穴传输层表面桥接分子界面层后，沉积在上面的宽带隙钙钛矿薄膜的体相结晶质量和生长取向并没有发生明显变化，但器件的界面非辐射复合被大大降低了。利用第一性原理模拟进一步证明了桥接分子对宽带隙钙钛矿和氧化镍表面的缺陷具有明显的钝化作用，从而显著降低了载流子的非辐射复合。

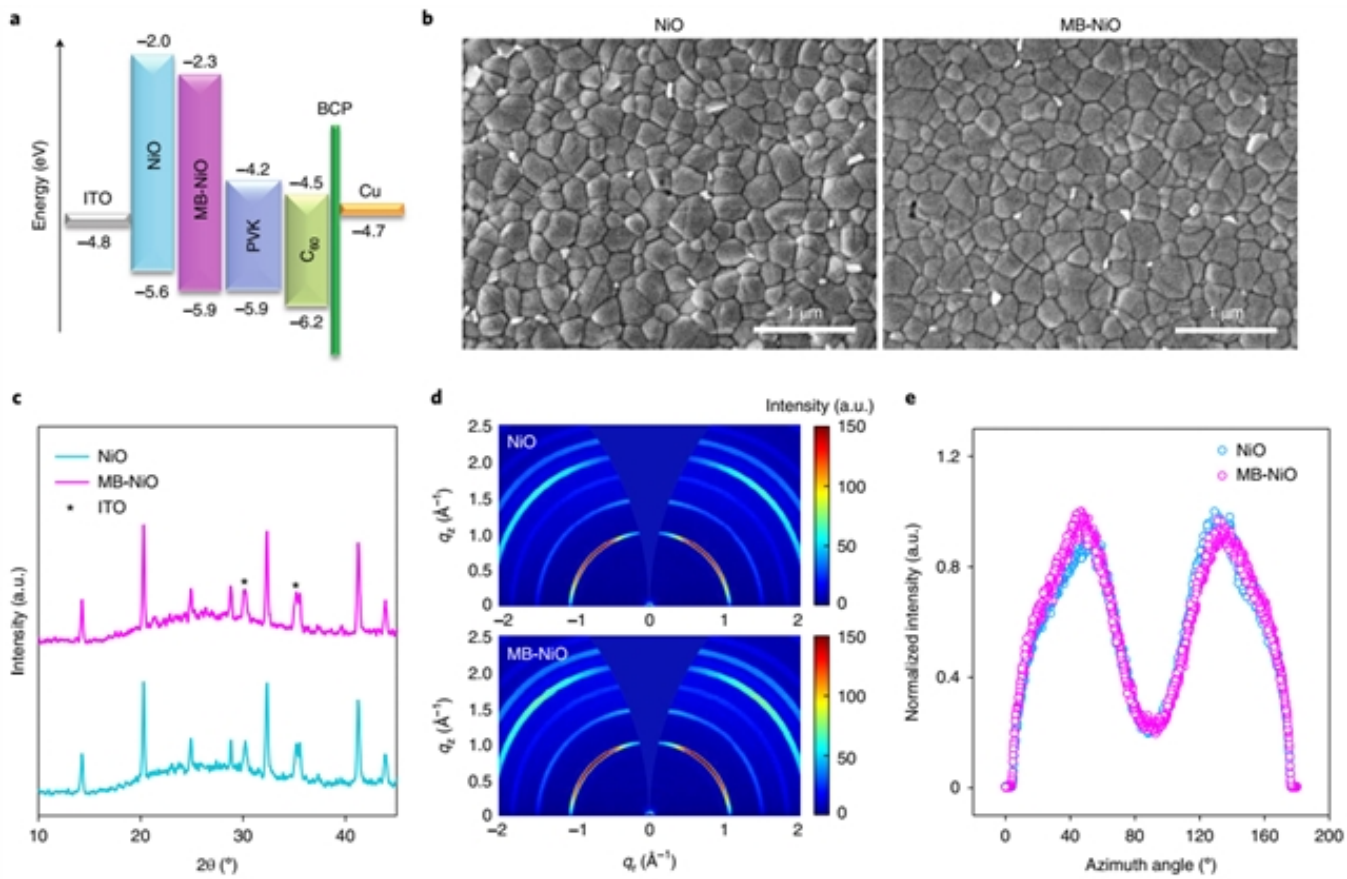


图2：宽带隙钙钛矿薄膜材料表征。

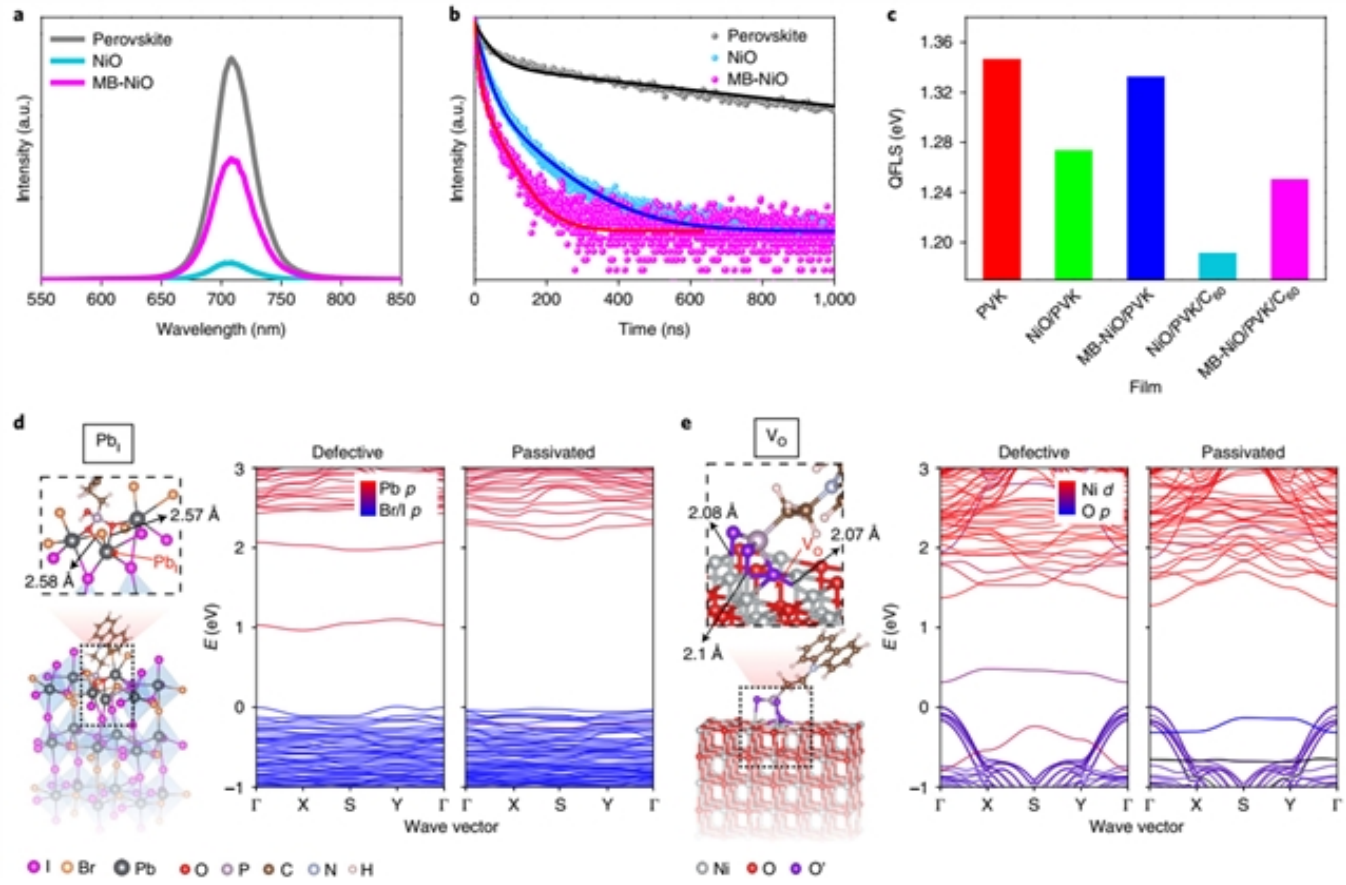


图3：（a-c）基于不同空穴传输层的宽带隙钙钛矿薄膜的载流子动力学表征；（d，e）桥接分子（2PACz）钝化钙钛矿与氧化镍表面缺陷的第一性原理模拟。

叠层器件结构可有效提升柔性器件光伏性能。通过串联宽/窄带隙钙钛矿子电池构筑柔性全钙钛矿两结叠层电池，有效拓宽了柔性器件的光谱吸收范围并减小了其热弛豫损失。基于纯氧化镍空穴传输层的柔性叠层器件就已获得22.1%（0.049　cm2）的冠军效率，采用分子桥接界面层优化后，进一步获得了24.7%的冠军效率（国际认证效率24.4%），为目前柔性钙钛矿太阳电池的最高效率。同时，有效面积为1　cm2的柔性全钙钛矿叠层电池也展现出了23.5%的冠军效率。此外，具有分子桥接界面的柔性器件也表现出了显著改善的弯曲耐折度，其在曲率半径为15 mm的弯曲条件下弯曲10000次后仍能保持其初始的光伏性能。分子桥接的界面与叠层器件结构将为实现高效柔性钙钛矿电池与组件开辟一条新的道路。

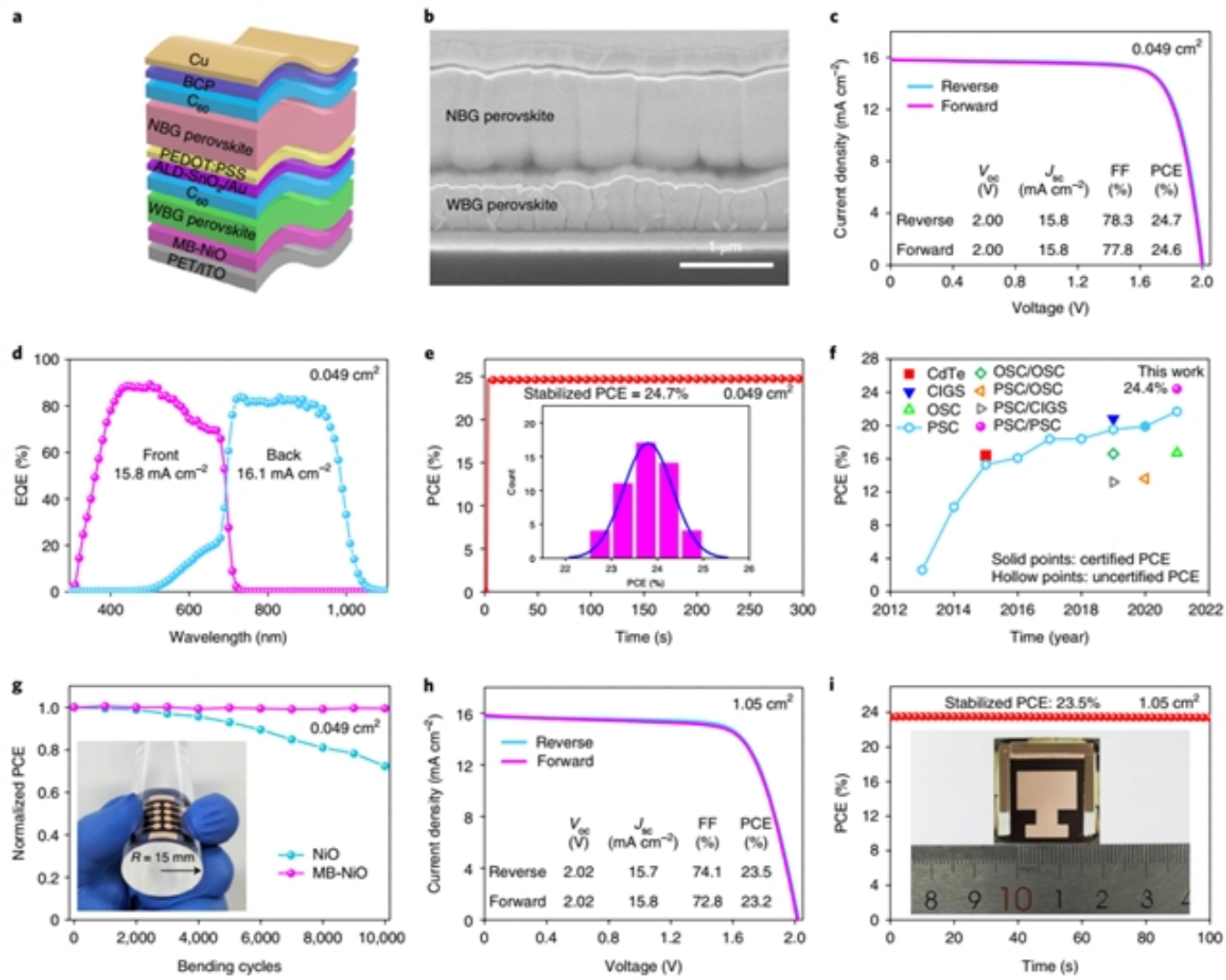


图4：柔性全钙钛矿叠层太阳电池的光伏性能和弯曲耐折度表征。

（来源：科学网）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41560-022-01045-2

作者：谭海仁等 来源：《自然-能源》

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