

## 钙钛矿单晶薄膜的可控制备与太阳能电池器件研究获进展

近年来，能源需求的激增和空气污染的加剧迫使人们寻求新的清洁可再生能源。太阳能被认为是最具发展前景的清洁可再生能源之一。太阳能电池是将太阳能直接转化成电能的装置，可以高效转换并利用太阳能。除了目前主要的硅基太阳能电池外，探寻高效率且廉价的新型太阳能电池成为近年来的研究热点。

近年来有机无机杂化MAPbX<sub>3</sub> (X=Cl, Br和I)钙钛矿材料由于其卓越的光电性能而受到广泛关注。基于这类钙钛矿结构材料的薄膜太阳能电池短短几年间在效率上频频突破，由2009年的不到4%迅速提升到了22.1%。除此之外，钙钛矿材料在激光、发光二极管、光电传感器方面也有很大的应用前景。但到目前为止，通过各种工艺方法制备的钙钛矿太阳能电池光吸收层都是钙钛矿多晶薄膜，而多晶薄膜不可避免存在的晶粒边界和表面缺陷导致载流子迁移率、寿命和扩散长度等重要参数下降。钙钛矿材料的体相单晶已被证明具有相比于多晶薄膜更低的缺陷态密度、更高的载流子迁移率和更长的载流子复合寿命等优势。然而，由于该类材料本身具有较高的光吸收系数，常规方法制备的钙钛矿体相单晶厚度过大，会导致载流子复合概率增加，不适合用于直接制备太阳能电池等器件。

中国科学院化学研究所分子纳米结构与纳米技术重点实验室研究员胡劲松课题组科研人员在中国科学院战略性先导科技专项和国家自然科学基金委的支持下，前期发展了适于制备较大面积钙钛矿吸收层并能改善其晶粒尺寸，从而提高电池转换效率的方法 (J. Mater. Chem. A, 2016, 4, 13458)；研究了通过稀土元素掺杂改善介孔层能级从而提高电池效率的方法(Nanoscale, 2016, 8, 16881)；并且利用扫描探针显微技术研究了钙钛矿吸收层微观形貌与其性能间的关系 (ACS Appl. Mater. Interfaces, 2015, 7, 28518; ACS Appl. Mater. Interfaces, 2016, 8, 26002)。最近，研究人员在钙钛矿单晶薄膜的可控制备和性能研究方面取得新进展。研究人员发展了一种利用空间限域作用的溶液相方法，实现了在基底上原位制备毫米级高质量有机无机杂化MAPbX<sub>3</sub> (X=Cl, Br, I)钙钛矿单晶薄膜。该方法制备的单晶薄膜厚度可以在几十纳米到几微米范围内可调，同时对基底无选择性，可在柔性基底及表面粗糙度较高的材料等多种基底上原位生长，适宜于各种器件的制备 (图1)。这是首次获得百纳米级厚度适于直接制备太阳能电池等器件的较大面积单晶钙钛矿薄膜的报道。研究表明所制备单晶薄膜具有良好的结晶性，与基底接触良好，并且具有与体相钙钛矿单晶相当的光学和电学性能 (图2)，为进一步制备和研究钙钛矿单晶薄膜太阳能电池及其他单晶器件开辟了新的途径。该工作发表在J. Am. Chem. Soc., 2016, 138, 16196。

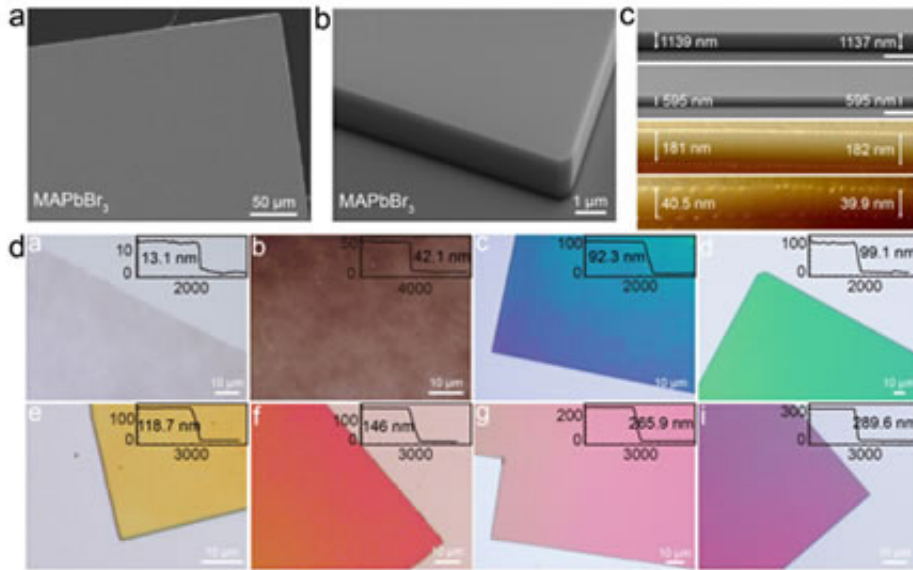


图1 a-b) 单晶钙钛矿薄膜的SEM图；c) 不同厚度单晶钙钛矿薄膜截面的SEM及AFM图；d) 不同纳米级厚度单晶薄膜的光学图片。这种与厚度直接相关的颜色显示为通过光学显微镜直接筛选合适厚度单晶薄膜用于器件的构筑提供了可能。

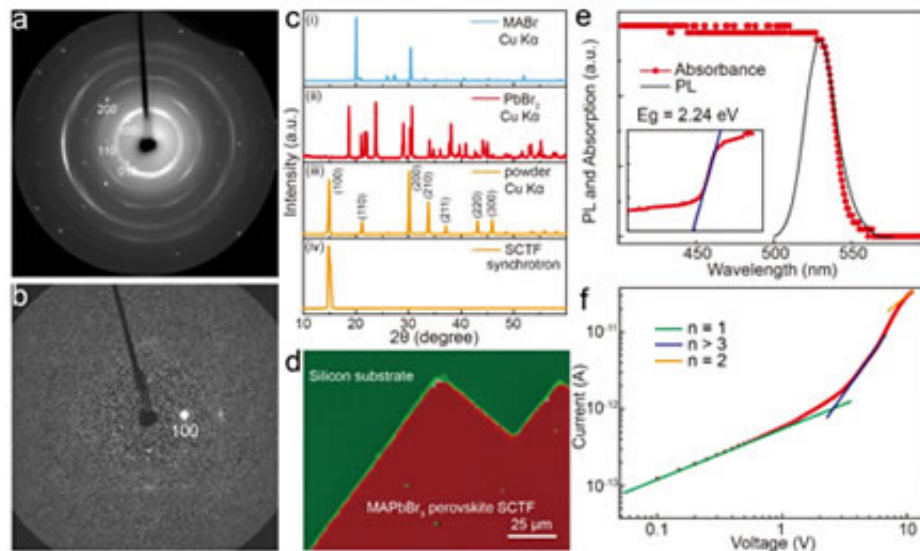


图2 a) 旋转角度同步辐射X射线衍射图案；b) 同步辐射垂直单晶薄膜入射得到的衍射图案；c) 制备原料，单晶粉末和单晶薄膜的XRD图；d) 单晶薄膜的EBSD图像；e) 单晶薄膜紫外可见吸收光谱及荧光发射光谱；f) SCLC方法测试的暗电流I-V曲线。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/103806.html>