Influence of annealing temperature of nickel oxide as hole transport layer applied for inverted perovskite solar cells

一. 成果完成人及所在单位：陈卡特，光电与通信工程学院　指导教师：连水养教授

二. 成果简介：

钛矿太阳能电池的出现最近给太阳能电池行业带来了新的希望，因为它们的功率转换效率与硅基底的太阳能电池相比，具有更大的潜力，而在大量研究中，其中反式钙钛矿太阳能电池的转换效率现已超过21%。本成果通过等离子增强原子层沉积系统制备氧化镍薄膜作为钙钛矿太阳能电池的空穴传输层。经过量测表征，400℃退火为NiO最佳退火温度，通过该退火温度制备的30nm厚度的NiO空穴传输层，可以使钙钛矿太阳能电池量子转换效率达到17.31%，开路电压为1.04V，短路电流密度为20.98 mA/cm^2，填充系数0.78。

三. 主要研究内容及创新点：

以氧化镍（Nickel oxide, NiO）作为倒置钙钛矿型太阳能电池（Perovskite solar cells, PSC）的空穴传输层，近年来受到广泛关注。本文以二茂镍为金属前驱体，氧等离子体为共反应物，采用等离子体增强原子层沉积（PEALD）技术在硅片和掺氟氧化锡上制备了NiO薄膜。分析了不同退火温度对薄膜性能的影响。实验结果表明，通过原子力显微镜测量，PEALD-NiO薄膜具有较高的厚度均匀性和较低的表面粗糙度。所有PEALD-NiO薄膜在可见光范围内都具有宽禁带和高透射率约80%-85%。由于晶体结构修复和表面缺陷减少，后退火处理导致电阻率降低。这种处理还显著增强了NiO薄膜的润湿性，促进了后续器件制造中钙钛矿层的沉积。最后，与未退火的NiO-HTL相比，基于NiO-HTL的反向PSC在不同退火温度下的性能得到了提高。400℃退火的PEALD-NiO-HTL使最佳电池转换效率从未退火NiO的15.38%提高到17.31%，证明了PEALD-NiO致密膜在倒置PSC中的应用潜力。

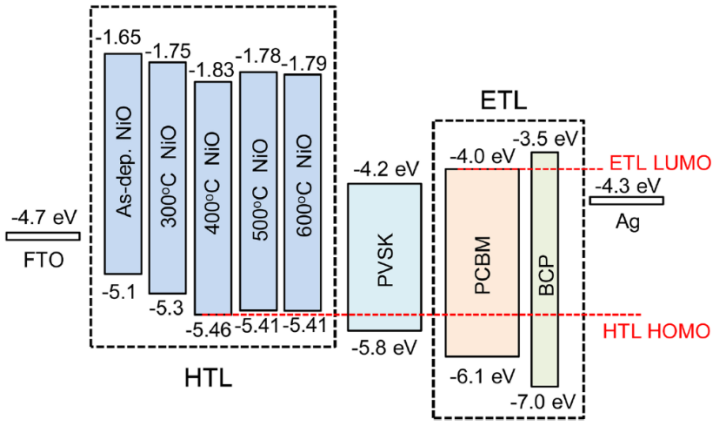


图 1 反式钙钛矿电池的能带结构

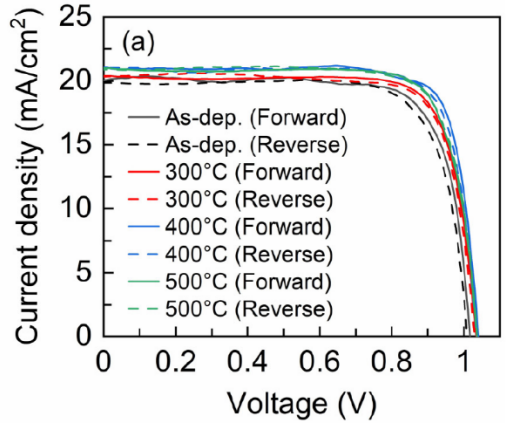


图 2 器件 IV 特性

四. 主要研究成果及应用情况

(1) 2021 年 7 月在 SCI 期刊 Journal of Vacuum Science & Technology A 发表学术论文《Influence of annealing temperature of nickel oxide as hole transport layer applied for inverted perovskite solar cells》，卷号：J. Vac. Sci. Technol. A 39, 062401 (2021) DOI: 10.1116/6.0001191；

第一作者：陈卡特；通讯作者：连水养教授；

联系人：陈卡特，　　电话：15821862215　　Email:kachen-123@163.com