Improved Perovskite Solar Cell Performance by High Growth Rate Spatial Atomic Layer Deposited Titanium Oxide as Electron Transport Layer

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(Perovskite solar cells,PSC)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，其转换效率现已超过25.2%。本成果为改善业界普遍采用的真空原子层沉积为目标，以非真空的方式提升薄膜沉积效率，为降低非真空带来的薄膜缺陷为主要改善条件。经过量测表征，550℃退火的ALD TiO_2为最佳退火温度，通过该退火温度制备的20nm厚度的TiO_2电子传输层，可以使钙钛矿太阳能电池量子转换效率达到20.01%，开路电压为1.129V，短路电流密度为22.75mA/cm^2，填充系数0.779。

三. 主要研究内容及创新点：

以非真空原子层沉积技术制备二氧化钛薄膜在钙钛矿太阳能电池上作为电子传输层为量测基础，首先通过光学特性分析研究经过不同退火温度下的致密层TiO_2薄膜进行光学仪器表征，探索由sALD制备的薄膜得到的禁带宽度和折射率的光学特性分析。通过晶体结构特性和器件效率特性的综合分析，获得不同退火温度下的晶格的变换对TiO_2的晶型变换、载流子传输方式和缺陷类型数据，结合钙钛矿太阳能电池器件，分析出晶格的改变对钙钛矿电池的J-V曲线、铁电效应和迟滞效应的影响。

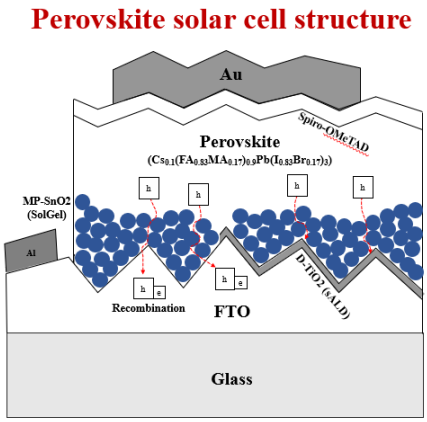


图 1 优化前后的钙钛矿电池系统

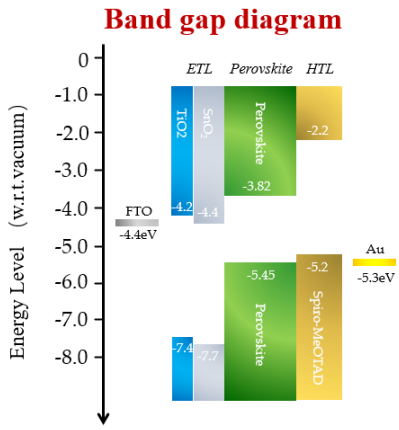
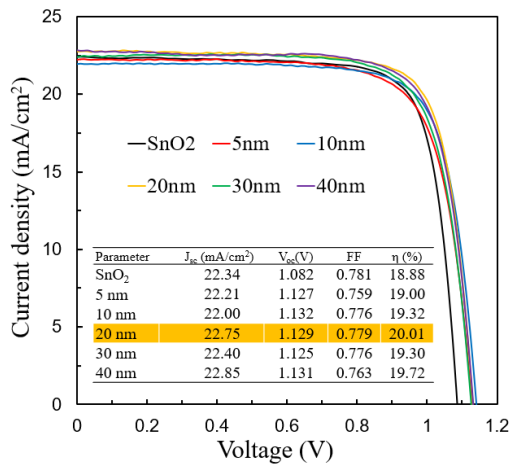


图 2 钙钛矿能带结构



Parameter	J_{sc} (mA/cm^2)	V_{oc}(V)	FF	η (%)
SnO_2	22.34	1.082	0.781	18.88
5 nm	22.21	1.127	0.759	19.00
10 nm	22.00	1.132	0.776	19.32
20 nm	22.75	1.129	0.779	20.01
30 nm	22.40	1.125	0.776	19.30
40 nm	22.85	1.131	0.763	19.72

图 3 器件特性

四. 主要研究成果及应用情况

(1)2020 年 5 月在 SCI 期刊 Nanomaterials 发表学术论文《Effect of Annealing Temperature on Spatial Atomic Layer Deposited Titanium Oxide and Its Application in Perovskite Solar Cells》，学生作者：陈卡特；通讯作者：连水养教授。

(2)2020 年 11 月在 SCI 期刊 IEEE Journal of the Electron Devices Society 发表学术论文《Improved Perovskite Solar Cell Performance by High Growth Rate Spatial Atomic Layer Deposited Titanium Oxide Compact Layer》学生作者：陈卡特；通讯作者：连水养教授。

(3)2020年10月在SCI期刊Nanomaterials投稿学术论文《Tuning of band structure and Optoelectrical Properties of Tantalum-Doped TiO_2 Prepared by atomic layer deposition》的论文，学生作者：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