



低温外延制晶硅太阳能电池中发 射极的快速热处理改性

崔治青，高江，宁武涛，黄海宾，周浪

南昌大学 太阳能光伏学院/材料学院





报告提纲

- 背景介绍
- 热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响
- 结 论





晶硅太阳能电池p-n结制备技术现状

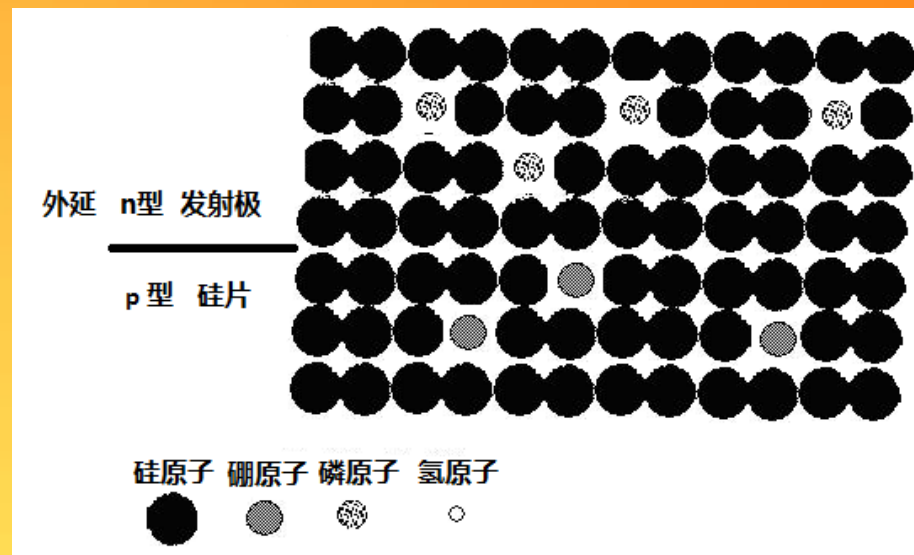
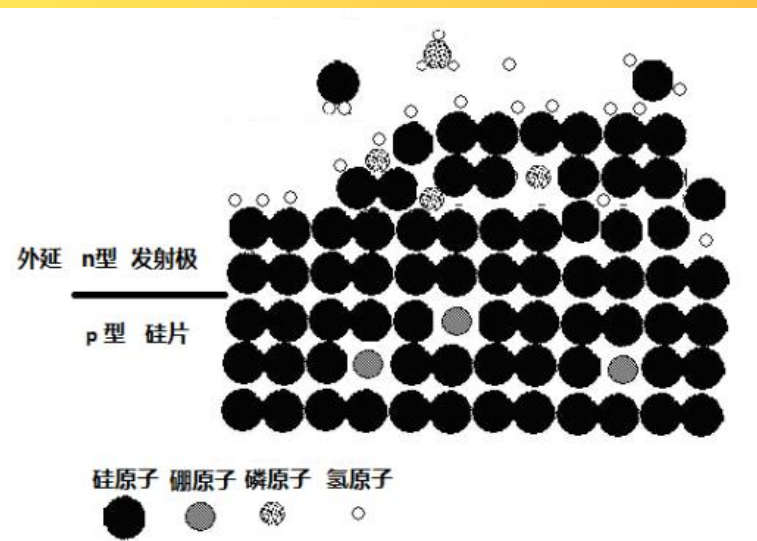
	现状	优点	缺点
POCl_3 扩散制结	成熟，业内主流	工艺成熟，成本低	制备浅结时均匀性差，重复性差 POCl_3 危险性大
离子注入	已有产线(Intevac公司、应用材料公司) 技术发展中	掺杂元素的分布精确可控 转换效率高	价格高(目前??) 设备稳定性有待提高(目前??)
磷酸喷涂+在线连续扩散炉系统	已有产线(BTU公司) 技术发展中??	无毒，无污染，均匀性好，自动化程度高	转换效率略低 链条金属污染硅片?
低温气相外延制结	发展中，实验室阶段	均匀性好，掺杂元素的分布精确可控 可集成选择发射极、局域背电场等技术	尚未发现???





低温气相外延制p-n结技术简介

- 低温气相外延+高温快速热处理 两步法



获得所需掺杂元素浓度分布的晶化硅薄膜



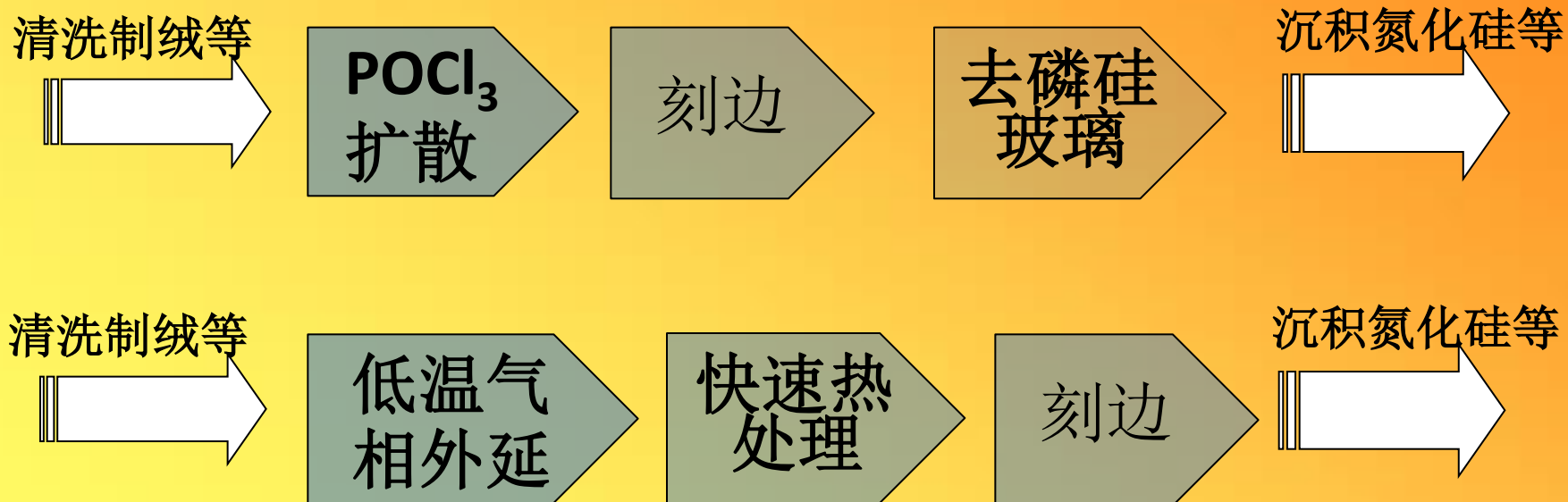
改善晶格质量，减少界面缺陷
提高掺杂活性





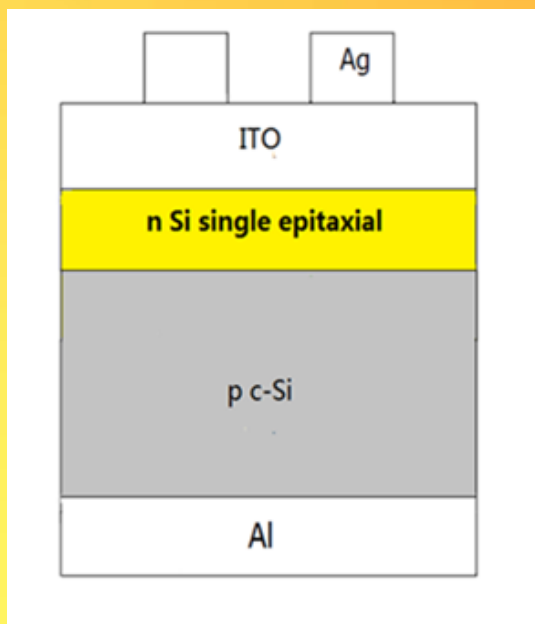
低温气相外延制p-n结技术简介

• 与 POCl_3 扩散的工艺流程对比





热处理改性的工艺对太阳电池性能的影响



(a)



(b)

(a) 低温外延制结太阳电池结构示意图， (b) 低温外延制结晶硅太阳电池制备流程图

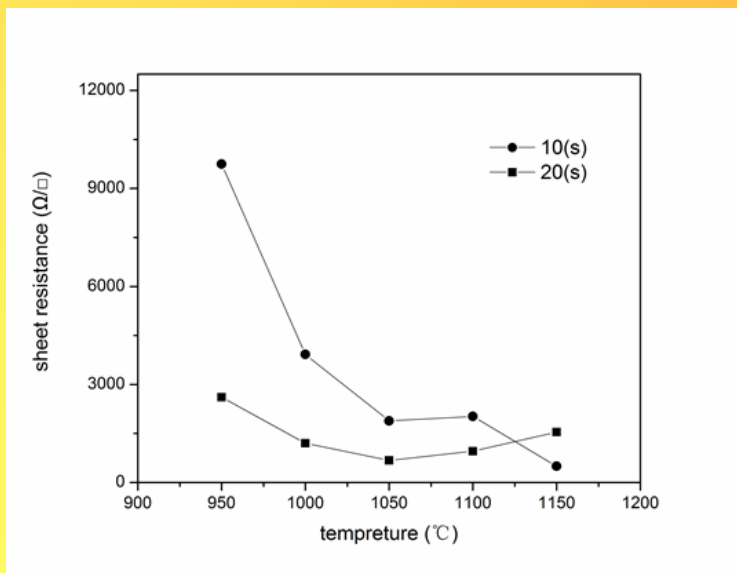




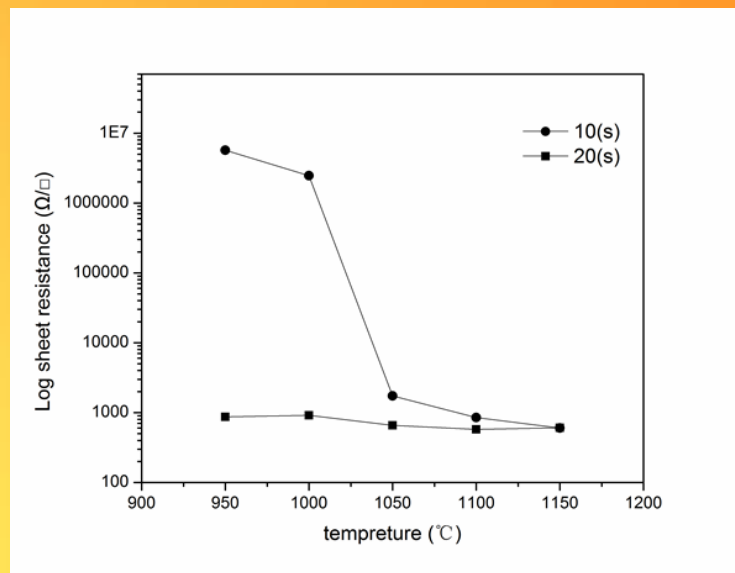
热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

➤ 石英衬底上非晶硅薄膜热改性的工艺探索

快速热处理过程（RTP过程）对薄膜的方块电阻的影响——下降非常明显，可达到几百（厚度100nm左右）



石英衬底上沉积N型非晶硅薄膜
不同晶化时间，晶化温度下方块
电阻的变化



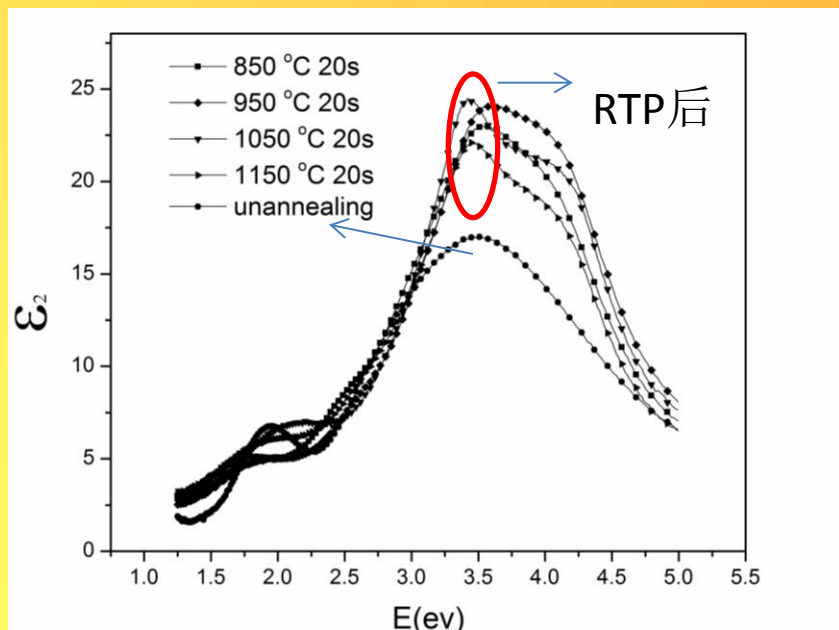
石英衬底上沉积的P型非晶硅不同
晶化温度，不同晶化时间下方块
电阻的变化



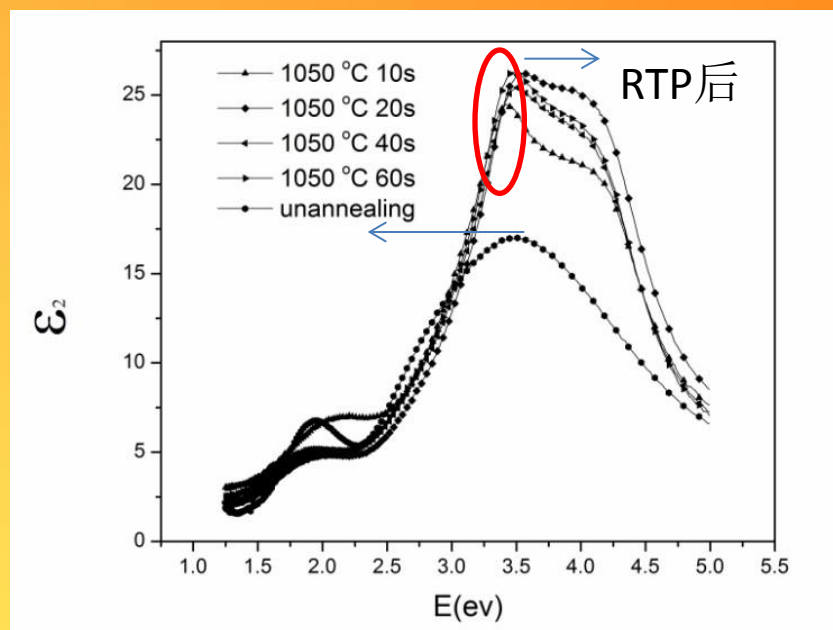


热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

➤ 晶化温度对低温外延直接太阳能电池的影响



20 s, 温度的影响



1050 °C, 保温时间的影响

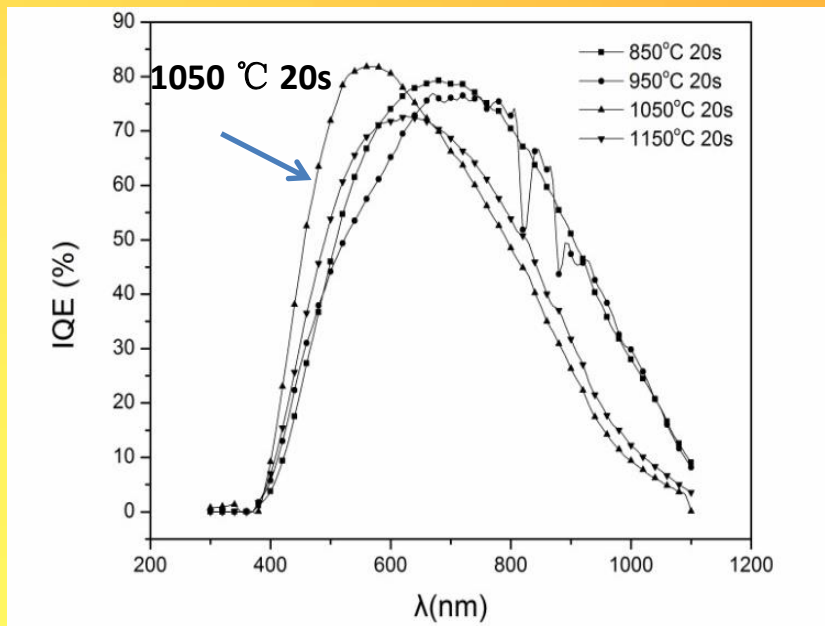
!! 1050 °C, 20s 晶化效果好



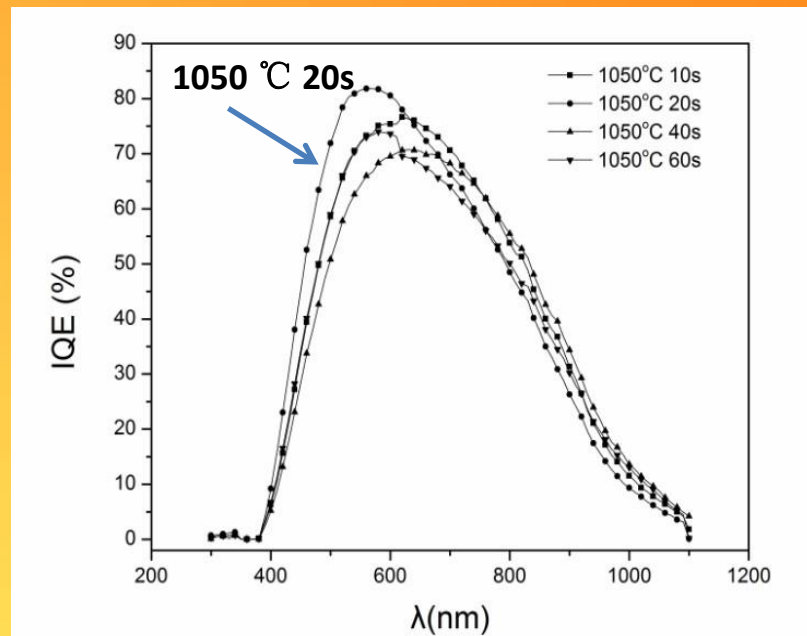


热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

➤ 晶化温度、晶化时间对低温外延直接太阳电池的影响



IQE曲线 vs. RTP温度



IQE曲线 vs. RTP保温时间 (1050 °C)

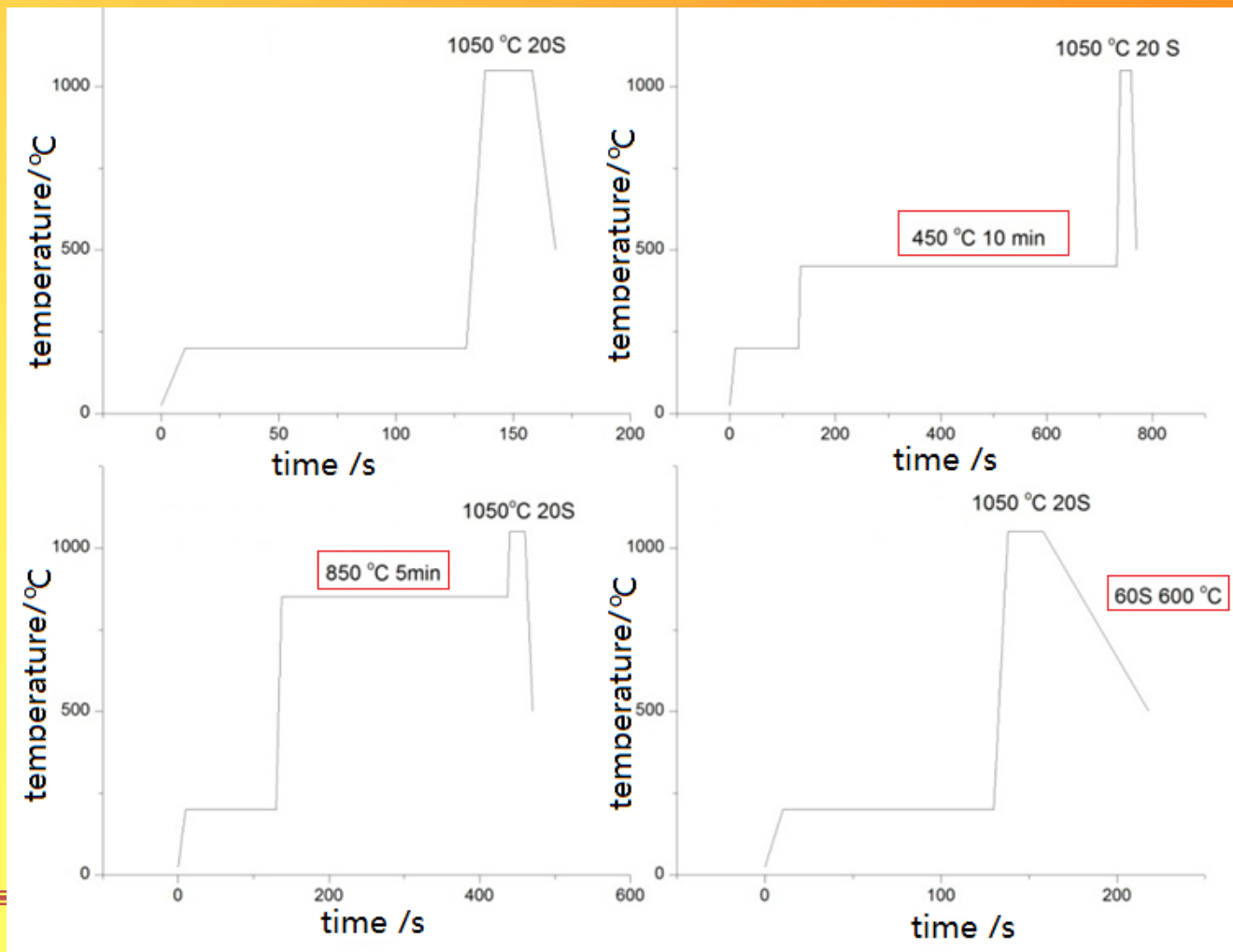
!! 1050 °C, 20s 内量子效率好





热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

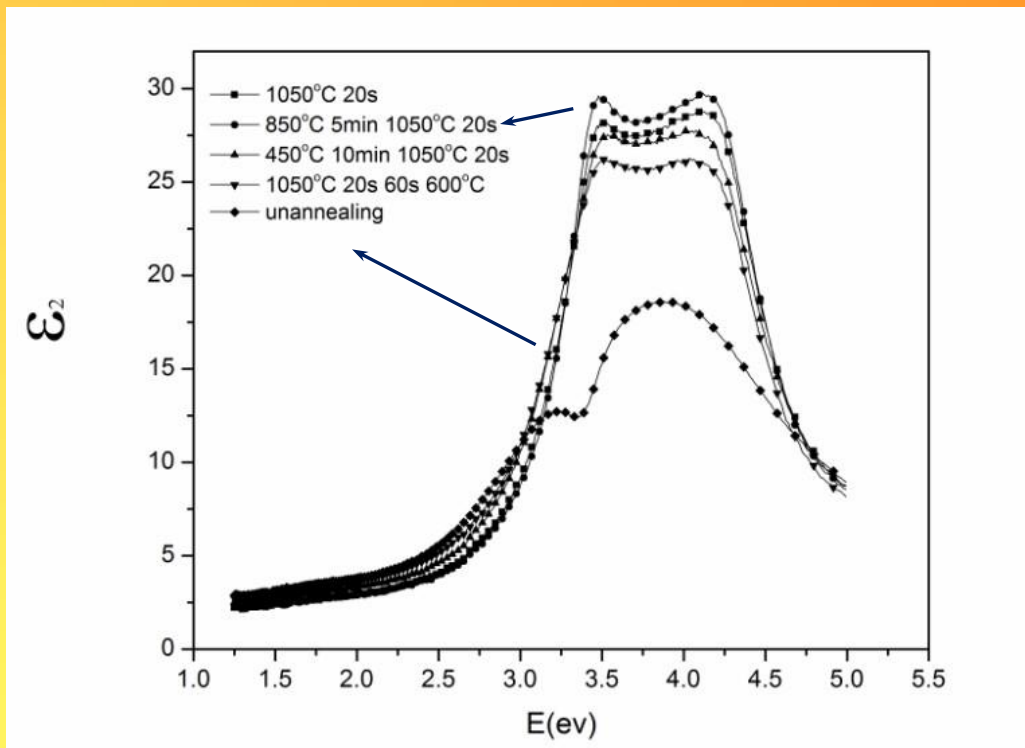
➤ T-t工艺路线对太阳能电池的影响





热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

➤ T-t工艺路线对太阳能电池的影响



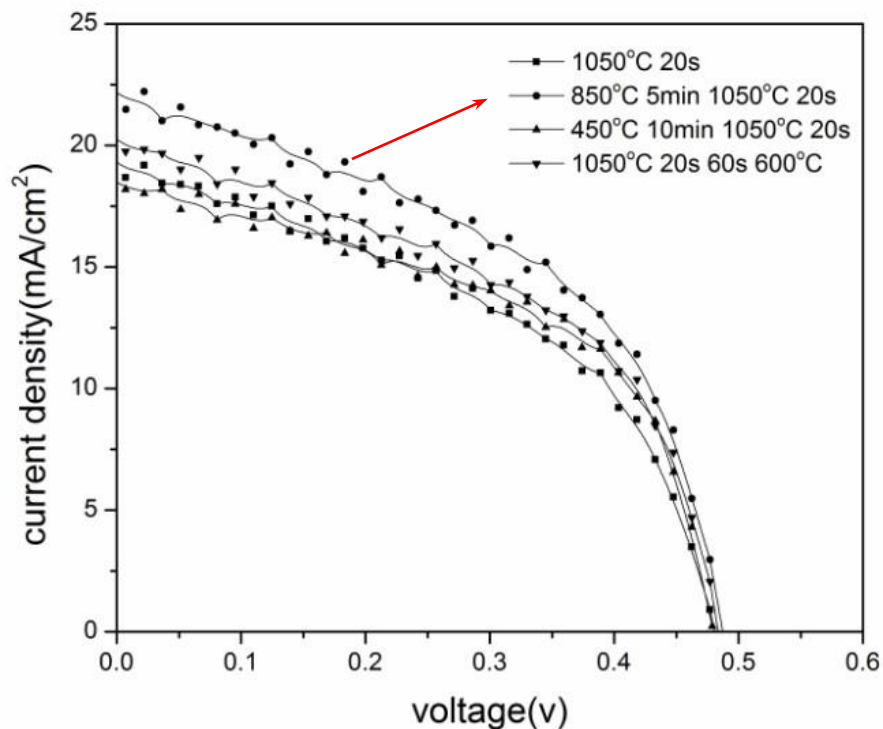
✓ 增加了850 °C，5min的形核孕育过程有利于提高晶化效果



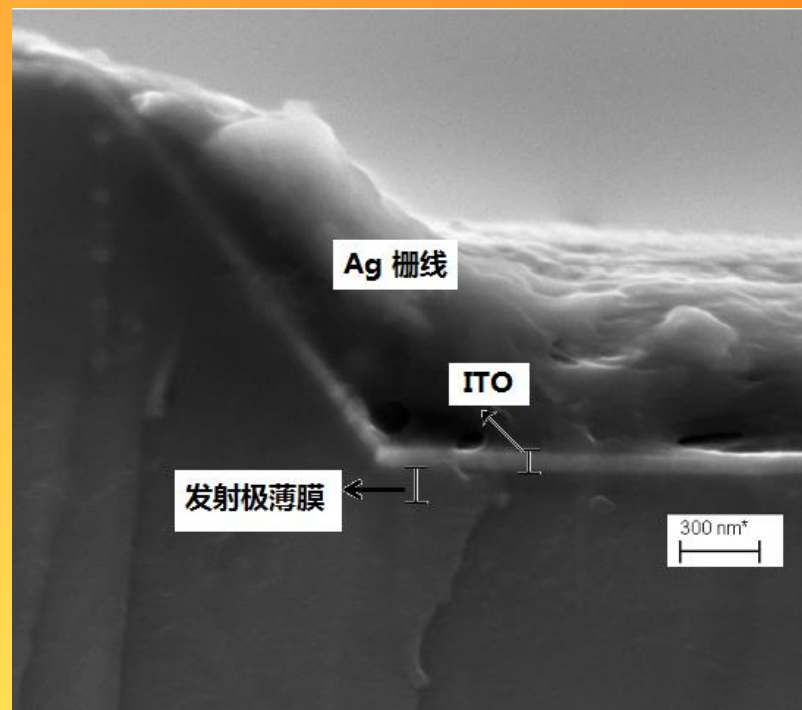


热处理改性的工艺对太阳能电池性能的影响

➤ T-t工艺路线对太阳能电池的影响

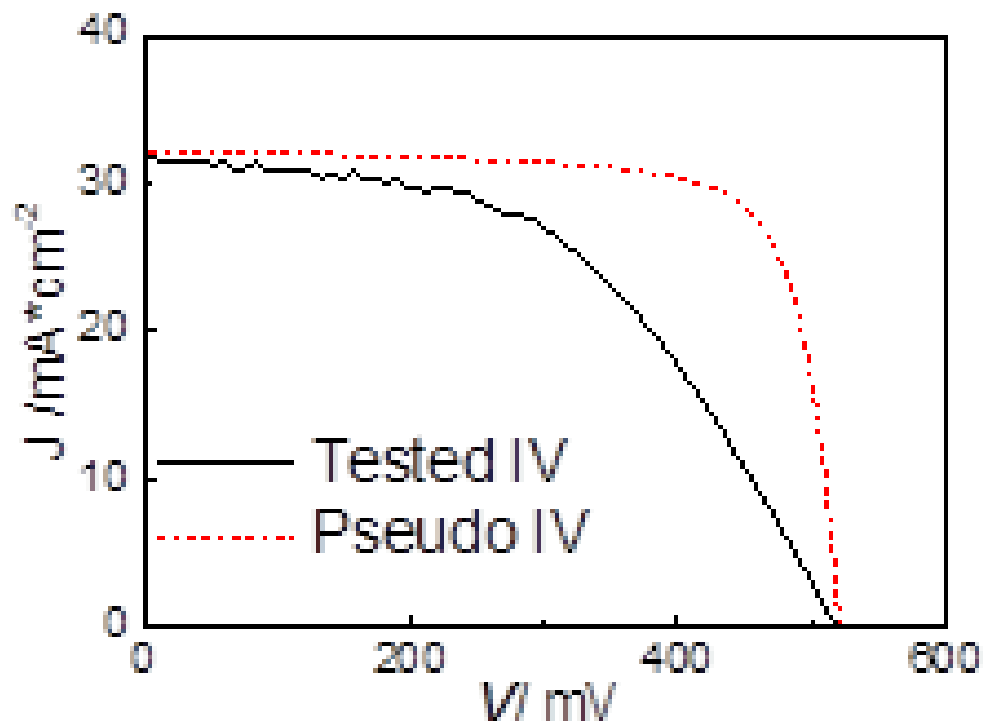


IV曲线（非标准光源，光强约低于AM1.5）



发射极处剖面SEM





AM1.5G光照条件下测试的IV曲线及Suns-Voc法所测得的Pseudo IV曲线。

- 开路电压约520mV，效率约8.2%；
- 并联电阻500ohm / cm^2 ，Pseudou效率12.8%





结论

- 快速热处理沉积的掺杂硅薄膜，可明显改善其结晶质量和掺杂效果。在所研究范围内，的热处理条件可获得最优的结晶质量和最优太阳能电池发射极；热处理升温过程中增加 $(850\text{ }^{\circ}\text{C}, 5\text{ min}) + (1050\text{ }^{\circ}\text{C}, 20\text{ s})$ 的热过程获得最优发射极薄膜的晶化水平，和最大的太阳能电池的短路电流。
- 所制备的 $\text{Ag/ITO/n-c-Si (epitaxial)/p-Si/Al}$ 结构的太阳能电池，开路电压约 520 mV ，效率约 8.2% ；并联电阻 500 ohm /cm^2 ，Pseudou效率 12.8% 。





后继工作设想

- 注重表面钝化的改善
- 将进一步结合晶硅太阳能电池产线工艺：制绒、氮化硅减反膜、丝网印刷栅线等进行研究
- 希望能将该技术集成到现有的晶体硅产线上，简化选择发射极、区域背电场等的制备工艺和成本





谢 谢！

欢迎探讨！！

