

# 晶体 Si 片切割表面损伤及其对电学性能的影响

**摘要：**对比观察了不同工艺条件下金刚石线锯和砂浆线锯切割晶体 Si 片的表面微观形貌；分析了其切割机理及去除模式；对比分析了三种不同化学方法钝化 Si 片的效果和稳定性；采用逐层腐蚀去除 Si 片的损伤层，使用碘酒对其进行化学钝化，然后测试其少子寿命，分析 Si 片少子寿命随去除深度的变化趋势，根据 Si 片少子寿命达到最大值时的腐蚀深度，测试确定 Si 片的损伤层厚度。经实验测得，砂浆线锯切割 Si 片的损伤层厚度为 10  $\mu\text{m}$  左右，金刚石线锯切割 Si 片的损伤层厚度为 6  $\mu\text{m}$  左右。结果表明，相比于砂浆线锯切割 Si 片，金刚石线锯切割 Si 片造成的表面损伤层更浅，表面的机械损伤也更小。

**关键词：**硅片；切割；表面损伤；少子寿命；钝化

## 0 引言

Si 片表面和近表面特性对晶体硅太阳能电池的性能有很大影响。太阳能电池用 Si 片普遍采用砂浆线锯切割技术切片。近年来 Si 片的切割设备与工艺技术不断改进，各个厂家的 Si 片表面机械损伤情况实际有很大差异，特别是近期固结金刚石磨料线锯开始应用于 Si 片切割，其表面机械损伤情况更有本质不同。因此，对切割 Si 片的机械损伤及其对电学性能影响的测定显得极其重要。

研究和测量 Si 片的表面质量和近表面损伤的方法有很多 [1]：张力诱导畸变测量法、X 射线双晶衍射法、表面粗糙度测量法、光谱漫放射法、去极化红外扫描法和激光声波法等。还有一些间接表征 Si 片表面损伤的方法，例如通过表面光电压法或微波光电导衰减法测定 Si 片的少子寿命等。微波光电导衰减法 ( $\mu$ -PCD) 测试少子寿命具有无接触、相对简单、快捷准确等优点，较其他测量损伤层深度的方法更加方便，适合生产上应用 [2]。此方法测量损伤层的基础是依靠于 Si 片的少子寿命与机械损伤引入的复合中心密度紧密相关。 $\mu$ -PCD 方法实测得到的少子寿命称为有效少子寿命，它主要受两个因素影响：体寿命和表面寿命。Si 片较薄时，表面寿命远远小于体寿命，此时的有效寿命基本上等于表面寿命；在 Si 片厚度一定的情况下，如果表面复合速率很大，则在测试高体寿命样品时，测试的寿命值与体寿命值就会偏差很大；而对于低体寿命的样品，不会使少子寿命降低很多。因此，表面复合对有效少子寿命的影响是非常明显的。

砂浆线锯切割 Si 片的机械损伤，多数学者已经进行了大量的研究，而金刚石线锯切割 Si 片的近表面损伤，学者们对此研究较少。本文采用逐层腐蚀的方法去除 Si 片的近表面损伤层，并结合微波光电导衰减法测量其少子寿命，然后根据少子寿命的变化趋势，对砂浆线锯和金刚石线锯切割 Si 片的损伤层进行测定，对比分析其切割损伤的深度及其原因机理。