

## 多晶硅电池醋酸辅助制绒的研究

**摘要：**多晶硅片表面进行织构化能有效的减少光在太阳电池表面反射造成的损失。多晶硅片表面经过一定比例的HF/HNO<sub>3</sub>混合液处理后，其表面呈现出凹凸不平的虫孔状表面形态，使太阳光在多晶硅表面形成多次的反射，可以有效的降低多晶硅电池表面的反射率，增强光的吸收，提高多晶硅太阳能电池光电转化效率。本文在传统酸化学腐蚀多晶硅工艺的基础上，采用醋酸与传统工艺相结合的方式制备多晶硅绒面，目的是进一步降低多晶硅表面制绒后反射率，提高多晶硅电池光电转化效率。

### 1.引言

表面织构化即在硅片表面制备陷光结构，其包括：(1)电池进光面的减反，一般常采用制备表面织构和镀减反膜;(2)光线进入电池内部后，增加光在表面吸收层的路径，使得吸收层折射率大于其上下层织构材料，使没有完全吸收的光能再次返回吸收层，被二次吸收。多晶硅太阳电池厚度逐渐减小时，透射光的损失会随着厚度的减小而增大。因而表面层的结构对任何光电池都是很重要的，在太阳电池进光面，应采取措施制备电池表面陷光结构，一般常采用制备表面织构的方式，在不影响电池的主要性能的前提下，通过减少光反射、增加光吸收、提高太阳电池的短路电流、开路电压和填充因子，最终达到提高太阳电池光转化效率的目的。

### 2.实验

#### 2.1实验材料、设备以及方案

本实验所用硅片均由宜昌南玻硅材料有限公司生产，电阻率约为1~3 cm，硅片尺寸为156cm x 156cm，厚度200 μm ± 20 μm，所用醋酸由西陇化工生产，所用制绒设备为KUTTLER自动制绒清洗机。

本实验将硅片分为晶粒一模一样的两组，实验片采用醋酸(CH<sub>3</sub>COOH)加HF/HNO<sub>3</sub>混合溶液制绒，实验对比片采用常规的HF/HNO<sub>3</sub>混合溶液制绒。制绒后采用美国科罗拉多州博尔德公司生产的PV Measurements测试硅片反射率，并用日本OLYMPUS公司生产的BX51金相显微镜观察硅片表面形貌。

### 3.实验结果及分析

#### 3.1 醋酸辅助制绒对电池片反射率及表面形貌的影响

实验组和对比组在经过制绒后，分别取若干片进行抽样检查反射率，以确认本实验对绒面反射率的影响，测试数据如下：

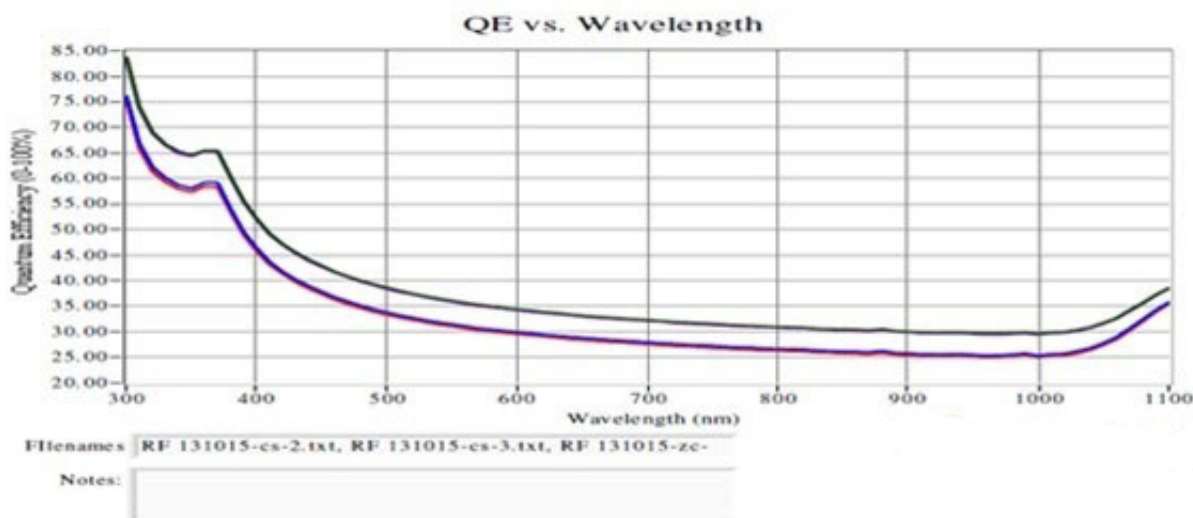


图1：实验片与对比片的反射率

备注：绿、紫色为对比片，蓝、红色为醋酸实验片。

图中横坐标为入射光波长，纵坐标为该波段反射光比例。从反射率曲线可以看出，醋酸辅助制绒实验片的反射率相较于对比片下降5%左右。

实验组和对比组在经过制绒后，分别取若干片进行抽样观察表面形貌，截取500倍放大图片如图2所示：

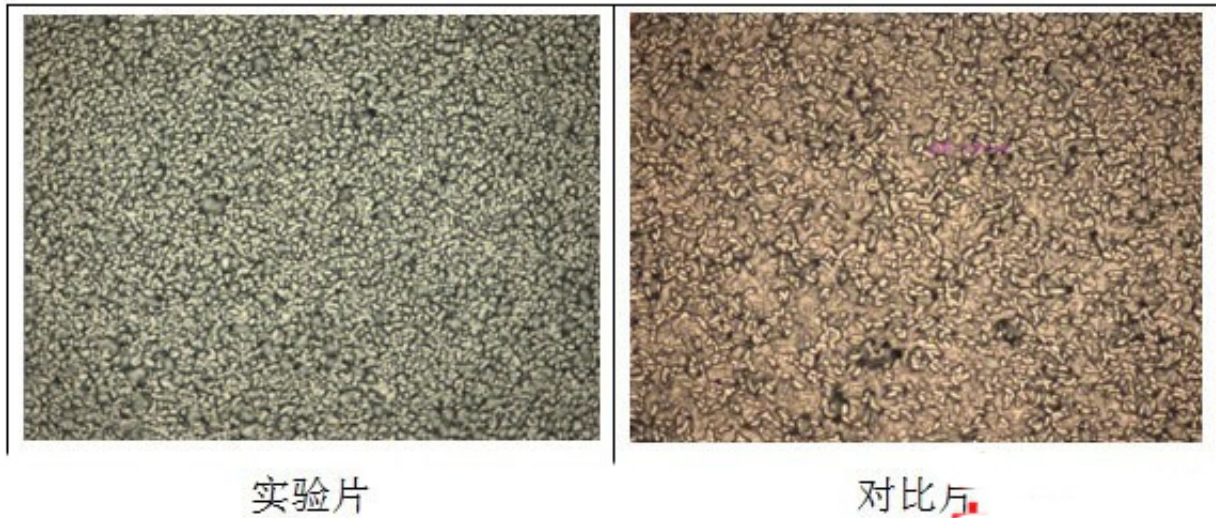


图2：实验片与正常片的绒面500倍放大截图

从图2可以看出使用醋酸(CH<sub>3</sub>COOH)辅助制绒后硅片表面的腐蚀坑更细小和均匀。

### 3.2 电池片电性能测试

经过制绒后的两组硅片，正常生产制成电池片，扩散同管同舟，刻蚀同设备，镀膜同管同舟，印刷同设备，测试电池片的电性能数据如表一所示：

类别	<u>U<sub>oc</sub></u> (V)	<u>I<sub>sc</sub></u> (A)	<u>R<sub>s</sub></u> (mΩ)	<u>R<sub>sh</sub></u> (Ω)	<u>FF</u> (%)	<u>N<sub>cell</sub></u> (%)
实验组	0.6310	8.744	2.30	228.70	78.83	17.88%
对比组	0.6305	8.701	2.23	217.07	78.88	17.79%

表一：电性能数据

从表一实验数据可以看出，由于反射率的下降，醋酸实验片的I<sub>sc</sub>提升43mA，电池转换效率提升0.09%。

### 4. 讨论

绒面均匀性是影响绒面质量的一个重要因素，原始硅片表面存在着大量点缺陷，绒面微结构的均匀性来源于表面缺陷分布的均匀性。化学酸腐蚀法对多晶硅进行的是各向同性腐蚀，与晶粒取向无关，在绒面制备时，可采取添加其他缓冲剂的措施来提高绒面均匀性。刻蚀过程中硅片表面会产生大量气泡，如果硅片表面附着有气泡，这些气泡会阻碍腐蚀液与硅片的接触，从而影响反应进一步进行；而气泡间隙之间的腐蚀液可与硅片充分接触，因而间隙处的反应继续进行，这样就会导致绒面的不均匀性。

为保证析出气泡能自由畅通排走，提高绒面均匀性，在绒面制备时，采用添加H<sub>2</sub>O、CH<sub>3</sub>COOH、H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>以及其他缓冲剂来稀释HF-HNO<sub>3</sub>溶液体系的措施，使腐蚀过程中产生的气泡排走，帮助气泡脱离硅片表面，使硅片可与新鲜的腐蚀液相接触。否则，气泡长时间滞留在硅片表面，会导致硅片表面腐蚀不均。

HNO<sub>3</sub>完全电离而使H<sup>+</sup>离子浓度较高，但加入CH<sub>3</sub>COOH后，CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>与H<sup>+</sup>会发生作用，生成CH<sub>3</sub>COOH分子

，CH<sub>3</sub>COOH的介电常数比水的介电常数低，因此HNO<sub>3</sub>与CH<sub>3</sub>COOH混合溶液中的H<sup>+</sup>离子浓度较低。相比较于水，CH<sub>3</sub>COOH可以在更广泛的范围内稀释溶液而保持HNO<sub>3</sub>的氧化能力，可使腐蚀液的氧化能力在反应过程中保持相对稳定。与此同时，减小了H<sup>+</sup>离子浓度而使阴极反应变慢，可使整个腐蚀反应速率也随之变慢，更有利于均匀腐蚀坑的形成。因此多晶硅表面形成均匀绒面形貌的化学酸腐蚀液的配方取决于采用的缓冲剂的浓度。

从本实验的绒面图片可以看出，添加CH<sub>3</sub>COOH后的硅片表面虫孔覆盖率更高，也进一步证明CH<sub>3</sub>COOH作为缓冲剂可以促进气泡的排出。

## 5.总结

本文实验通过在常规的HF/HNO<sub>3</sub>制绒混合溶液中加入醋酸，可以降低多晶硅片制绒后的反射率5%左右，提升多晶硅电池片的I<sub>sc</sub> 40mA以上，并提升电池片的转换效率0.09%。(本文作者：卢钊何，陈浩，郭峰  
单位：东莞南玻光伏科技有限公司)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/62785.html>