

无氮氧化物的碱边缘隔离和抛光

PERC电池背面抛光的问题

目前用于铝背场或钝化发射极和背电极接触电池 (PERC) 的太阳能电池制造工艺需要进行 p-n 结隔离。利用背表面抛光工艺使 PERC 电池获得最好的钝化结果, 从而最大程度减少表面复合。目前行业常用酸刻蚀工艺对硅片进行 p-n 结隔离和抛光, 根据不同工艺需要, 利用氢氟酸和硝酸 (HF/HNO₃) 混合药液对硅片进行腐蚀, 腐蚀深度为 2-7μm。在整个工艺过程中, 硝酸将硅氧化成二氧化硅 (SiO₂), 同时产生大量的氮氧化物 (NO_x)。氮氧化物气体被业界称为黄烟, 对环境的影响很大。因此, 幸运的是, 如今大多数工业国家的氮氧化物制造者必须遵守严格的环境法规, 这些法规规定氮氧化物废气必须通过空气清洗来净化。这显著地增加了生产成本, 因为相比于其他刻蚀方式, HF/HNO₃ 酸刻蚀不仅成本更高, 而且增加了额外的废物处理成本。

SCHMID的解决方案

SCHMID研发了一种新工艺, 利用KOH进行

刻蚀和抛光工艺。碱边缘隔离链式系统把多个工艺步骤结合在一个模块化系统内。一方面, 为了防止太阳能电池故障, 将扩散工艺产生的硅片背面的发射极层与硅片正面隔离出来。另一方面, 从硅片表面去除磷硅玻璃 (PSG)。

图一, SCHMID拥有世界上唯一无需使用硝酸的碱边缘隔离链式系统。使用碱性氢氧化钾溶液 (KOH) 来代替昂贵的酸溶液。显著的优势: 不会产生氮氧化物 (NO_x), 因此不需要复杂的排风, 亦不产生昂贵的处理费用。这更容易满足日益严格的环境要求。另外, 该工艺确保了高刻蚀速率, 以极低的化学品耗量即可进行良好的平面抛光, 并且系统占地面积很小。

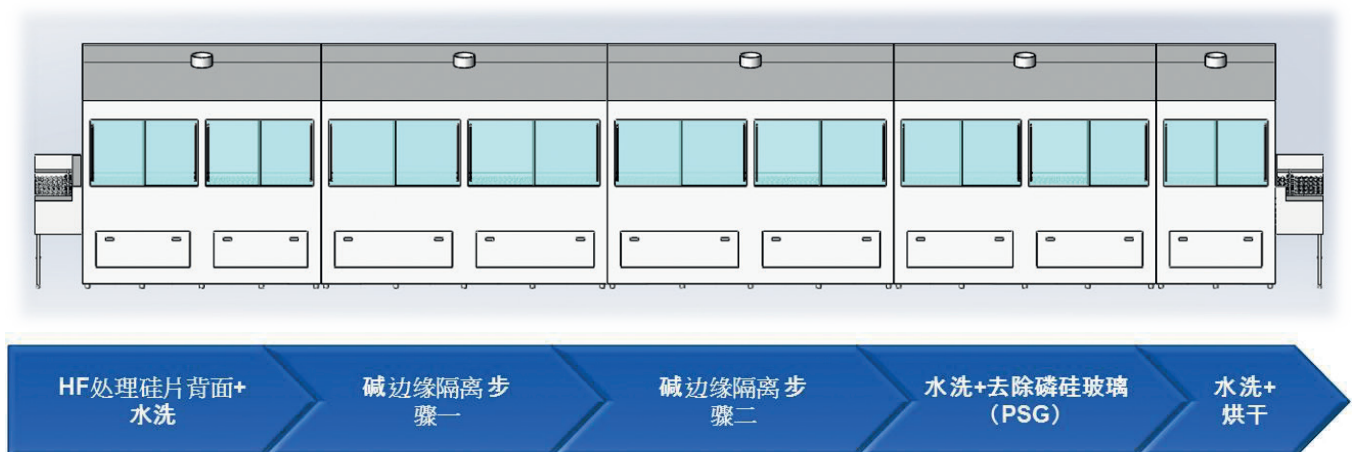
在边缘隔离过程中, 由SCHMID研发并具有专利的水膜将保护发射极。特殊的带液滚轮保证了化学药液只与硅片背面接触, 从而降低化学药液的耗量。另外, 该工艺还可以用于高效电池背面抛光, 例如PERC。除了可以显著减少成本费用, 该工艺还进一步地改善性能。

KOH刻蚀工艺温度高。这实现了高刻蚀速率。对PERC电池进行4-5μm深度的刻蚀大约需要120-180秒。

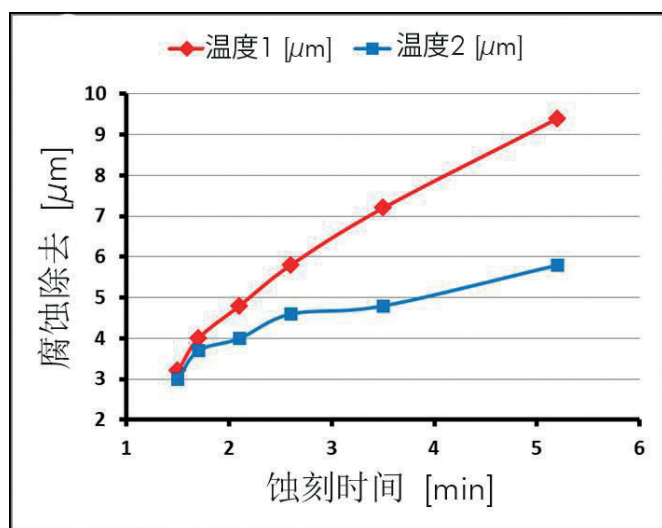
刻蚀深度, 刻蚀速度和抛光程度可通过不同的工艺参数来控制。如下图2所示, 刻蚀速率随温度的升高而增加。然而, 通过提高KOH浓度 (如5-20%) 同样可以提高刻蚀率。具有如此大的工艺窗口, 该设备既能满足钝化工艺的抛光要求, 也可以用于常规的边缘隔离。

反射和表面粗糙度很大程度上反映了腐蚀深度或腐蚀量。碱刻蚀相比于酸刻蚀, 只需要相对少的腐蚀量, 便可获得相同的表面粗糙度或反射率。

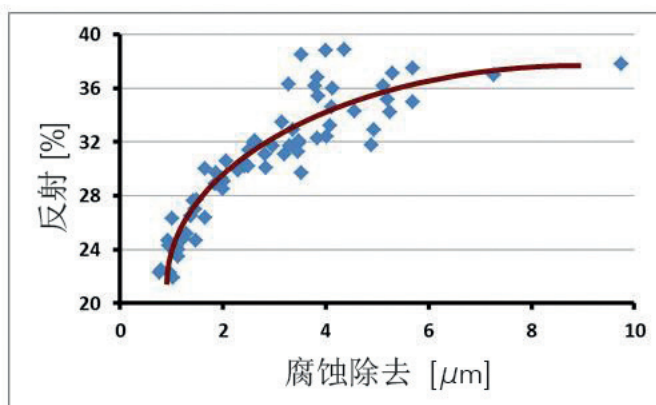
创新的工艺结合数十年的湿法设备设计和制造经验, 该设备展现出了出色的溶液使用寿命和均匀性。特别地, 温度控制以及溶液和补加控制可使温度变化稳定在1摄氏度内, 从而获得极好的道间均匀性或片间均匀性。与此同时, SCHMID单面碱刻蚀设备的生产率在市场上处于领先地位。每台机器的产量可以达到8,200片/小时。



图一: SCHMID碱抛光工艺流程



图二：在不同温度的溶液下腐蚀量和刻蚀时间的关系



图三：表面反射率随着刻蚀量的增加而增大

在光伏制造中使用SCHMID碱性单面抛光设备有着巨大的优势，其抛光后的硅片背面展现出典型的碱蚀刻形貌，有着极低的表面粗糙度且表面光亮，优于常用的HF/HNO₃溶液蚀刻后的表面。对酸抛光和碱抛光后的硅片背面进行对比测试，结果均表明，使用碱蚀刻有望获得更高的反射率。从图3可以看出，5μm的腐蚀深度便可获得超过35%的反射率。或者，4μm腐蚀深度的碱抛光工艺便可达到7μm腐蚀深度下的酸抛光硅片的反射水平。

单面刻蚀后，使用HF去除被磷硅玻璃，硅片前后表面均匀被清洗干净且有着良好的疏水性。这些表面完全满足随后的钝化要求，结合背表面的氧化铝 - 氮化硅叠层钝化或前表面氮化硅层，使PERC电池获得良好的钝化效果。

优势一览

除了之前提及的优势，如与酸刻蚀相比化学成本显著降低和能满足严格的环境要求之外，SCHMID的碱边缘隔离和抛光设备无需冷却装置便可实现稳定的工艺，维护时间短，易于清洁，并由于InfinityLine设计的占地面积减少而进一步降低成本。

简而言之，SCHMID碱抛光设备带来的化学品成本的降低，每年可以节省32%的总运营成本。值得注意的是，SCHMID碱抛光解决方案既没有引入新的未经验证的设备，也没有引入新的生产制造工艺。这仅仅是将一种众所周知的化学药液HF/HNO₃替换成在单晶太阳能电池制造中十分常用的另一种化学药液：氢氧化钾 (KOH)。

新一代模块化产线。SCHMID InfinityLine

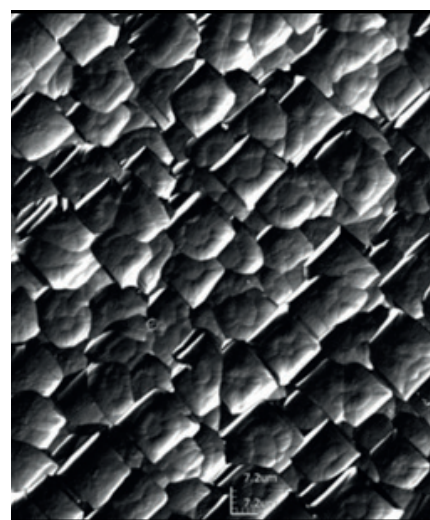
碱边缘隔离和抛光设备是SCHMID在InfinityLine设计中的第一批设备之一，该设备对业界公认SCHMID湿法工艺系统进行了优化。新一代的模块化产线优化了成本结构的同时，没有对性能，质量和耐用性方面造成影响。整条生产线的模块化设计可实现简单而具有成本效益的技术升级，从而帮助客户更好地适应未来的发展趋势。

InfinityLine的优点包括操作简便友好，例如可通过平板电脑进行控制，方便维修且维护时间减少了30%，安装快速简单，符合工业4.0标准，减少了占用空间以及提供更高的产量和更长的设备使用寿命。

InfinityLine配备了能耗更低的高效泵，其带

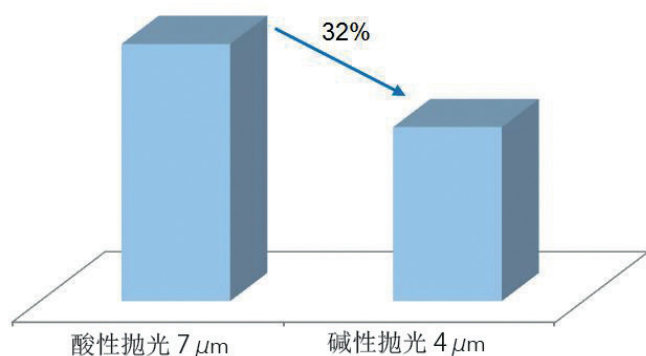
出量低的设计可降低水和化学品的耗量，其先进的运输系统保证了光伏生产中能安全地运输薄且易碎材料。

☐ www.schmid-group.com

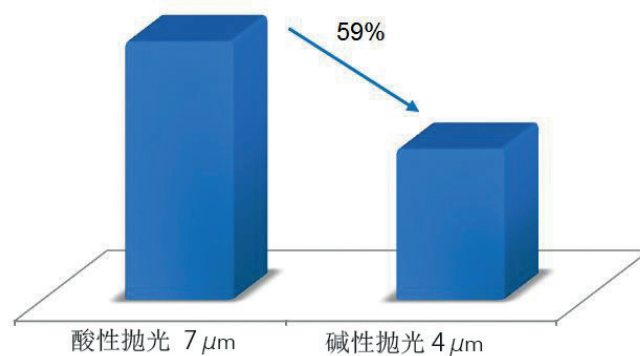


图四：抛光后的LSM (激光扫描显微镜) 图片，放大1000倍。

每小时产量为3600的总支出



每小时产量为3600的运营成本



图五：酸抛光与碱抛光的成本比较。节省总成本和运营成本