

提高薄膜太阳能电池效率的方法

降低硅太阳能电池成本的方法之一是尽量减少高质量硅材料的使用量，如薄膜太阳能电池。不过这种太阳能电池的效率只达到了约11-12%。研究人员们正在寻求提升其效率的方法。最近取得突破的技术有通过干法绒面优化上表面的结构和在外延层/衬底界面处插入一个中间多孔硅反射镜。采用这两种方式可将太阳能电池的效率提升到约14%。

两种提升效率的技术

与基于体硅的太阳能电池相比，外延薄膜太阳能电池比较便宜。但现在外延薄膜太阳能电池的主要缺点是它们的效率相对较低。已有两种技术表明能提高薄膜太阳能电池的效率。一是利用卤素原子等离子加工，优化上表面结构，另一种技术是在外延层/衬底界面处引入中间反射镜。优化的上表面结构兼有满足均匀光散射（朗伯折射，Lambertian refraction）的要求和通过微量减除硅来降低反射（因为外延硅层已相当薄）两个优点。引入中间反射镜（多重布拉格反射镜）将低能光子的路径长度至少延长了7倍，最终大大提高了太阳能电池的效率。

低成本太阳能电池

基于单晶或多晶体硅基底的硅太阳能电池是光伏市场的主体。但若全部用高纯硅制作，生产这种太阳能电池非常耗能，并且比较昂贵。为进一步推动光伏产业的发展，应通过降低材料成本来大力减少太阳能电池的生产成本。

外延薄膜硅太阳能电池具有成为体硅太阳能电池的低成本替代方案的潜力。与当前的体硅太阳能电池（200 μm ）相比，这种丝网印刷太阳能电池采用的衬底较便宜和有源硅层较薄（20 μm ）。这种低成本衬底包括高掺杂的晶体硅晶圆（用冶金级硅或废料加工的纯净硅）。用化学气相沉积法（CVD）在这种衬底上沉积一层外延有源硅薄层。

产业竞争力

外延薄膜硅太阳能电池的生产工艺与传统的体硅太阳能电池非常相似。因此，与其它薄膜技术相比，在现有的生产线中实现外延薄膜硅太阳能生产相对容易。不过，外延薄膜硅太阳能电池产业竞争力的主要不足之处在于，比起传统的体硅太阳能电池，薄膜硅太阳能电池的效率较低：这些电池的开路电压和填充因数可以达到与体硅太阳能电池相近的水平，但由于存在光学活性薄层（与体硅厚度200 μm 相比，薄膜硅的活性层厚度仅20 μm ），光从外延层传输到衬底时，衬底质量较差引起光损失，短路电流损失，最多可高达7mA/cm²。

挑战在于如何在效率和成本之间获得完美的平衡，还须考虑大规模工业生产。本文介绍两种可延长光学路径长度并因此提高外延薄膜硅太阳能电池效率的技术：等离子绒面和在低成本硅衬底与活性层的界面处插入多孔硅反射镜。结果表明，这些措施可将外延薄膜硅太阳能电池的效率提高至14%左右。

上表面等离子绒面

通过处理太阳能电池活性层的上表面，表面光散射发生变化，从而影响太阳能电池的性能。目的是形成最理想的上表面，100%漫反射（朗伯折射，表现出全散射）。此时光子平均以60°的角度穿过活性层，使得传播路径长度增大两倍。也就是说，仅20 μm 厚的活性层的光学表现为40 μm 厚。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/20051.html>