

## 单晶硅、多晶硅、非晶硅三种太阳能电池介绍

### 单晶硅太阳能电池

硅系列太阳能电池中，单晶硅太阳能电池转换效率最高，技术也最为成熟。高性能单晶硅电池是建立在高质量单晶硅材料和相关的成熟的加工处理工艺基础上的。现在单晶硅的电地工艺已近成熟，在电池制作中，一般都采用表面结构化、发射区钝化、分区掺杂等技术，开发的电池主要有平面单晶硅电池和刻槽埋栅电极单晶硅电池。提高转化效率主要是靠单晶硅表面微结构处理和分区掺杂工艺。在此方面，德国夫朗霍费费莱堡太阳能系统研究所保持着世界领先水平。该研究所采用光刻照相技术将电池表面结构化，制成倒金字塔结构。并在表面把一13nm。厚的氧化物钝化层与两层减反射涂层相结合。通过改进了的电镀过程增加栅极的宽度和高度的比率：通过以上制得的电池转化效率超过23%，是大值可达23.3%。Kyocera公司制备的大面积（225cm<sup>2</sup>）单晶硅太阳能电池转换效率为19.44%，国内北京太阳能研究所也积极进行高效晶体硅太阳能电池的研究和开发，研制的平面高效单晶硅电池（2cmX2cm）转换效率达到19.79%，刻槽埋栅电极晶体硅电池（5cmX5cm）转换效率达8.6%。

单晶硅太阳能电池转换效率无疑是最高的，在大规模应用和工业生产中仍占据主导地位，但由于受单晶硅材料价格及相应的繁琐的电池工艺影响，致使单晶硅成本价格居高不下，要想大幅度降低其成本是非常困难的。为了节省高质量材料，寻找单晶硅电池的替代产品，现在发展了薄膜太阳能电池，其中多晶硅薄膜太阳能电池和非晶硅薄膜太阳能电池就是典型代表。

### 多晶硅薄膜太阳能电池

通常的晶体硅太阳能电池是在厚度350 - 450 μm的高质量硅片上制成的，这种硅片从提拉或浇铸的硅锭上锯割而成。因此实际消耗的硅材料更多。为了节省材料，人们从70年代中期就开始在廉价衬底上沉积多晶硅薄膜，但由于生长的硅膜晶粒大小，未能制成有价值的太阳能电池。为了获得大尺寸晶粒的薄膜，人们一直没有停止过研究，并提出了很多方法。目前制备多晶硅薄膜电池多采用化学气相沉积法，包括低压化学气相沉积（LPCVD）和等离子增强化学气相沉积（PECVD）工艺。此外，液相外延法（LPPE）和溅射沉积法也可用来制备多晶硅薄膜电池。

化学气相沉积主要是以SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、SiHCl<sub>3</sub>、SiCl<sub>4</sub>或SiH<sub>4</sub>为反应气体，在一定的保护气氛下反应生成硅原子并沉积在加热的衬底上，衬底材料一般选用Si、SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等。但研究发现，在非硅衬底上很难形成较大的晶粒，并且容易在晶粒间形成空隙。解决这一问题办法是先用LPCVD在衬底上沉积一层较薄的非晶硅层，再将这层非晶硅层退火，得到较大的晶粒，然后再在这层籽晶上沉积厚的多晶硅薄膜，因此，再结晶技术无疑是很重要的一个环节，目前采用的技术主要有固相结晶法和中区熔再结晶法。多晶硅薄膜电池除采用了再结晶工艺外，另外采用了几乎所有制备单晶硅太阳能电池的技术，这样制得的太阳能电池转换效率明显提高。德国费莱堡太阳能研究所采用区馆再结晶技术在FZSi衬底上制得的多晶硅电池转换效率为19%，日本三菱公司用该法制备电池，效率达16.42%。

液相外延（LPE）法的原理是通过将硅熔融在母体里，降低温度析出硅膜。美国Astropower公司采用LPE制备的电池效率达12.2%。中国光电发展技术中心的陈哲良采用液相外延法在冶金级硅片上生长出硅晶粒，并设计了一种类似于晶体硅薄膜太阳能电池的新型太阳能电池，称之为“硅粒”太阳能电池，但有关性能方面的报道还未见到。

多晶硅薄膜电池由于所使用的硅远较单晶硅少，又无效率衰退问题，并且有可能在廉价衬底材料上制备，其成本远低于单晶硅电池，而效率高于非晶硅薄膜电池，因此，多晶硅薄膜电池不久将会在太阳能电地市场上占据主导地位。

### 非晶硅薄膜太阳能电池

开发太阳能电池的两个关键问题就是：提高转换效率和降低成本。由于非晶硅薄膜太阳能电池的成本低，便于大规模生产，普遍受到人们的重视并得到迅速发展，其实早在70年代初，Carlson等就已经开始了对非晶硅电池的研制工作，近几年它的研制工作得到了迅速发展，目前世界上已有许多家公司在生产该种电池产品。

非晶硅作为太阳能材料尽管是一种很好的电池材料，但由于其光学带隙为1.7eV，使得材料本身对太阳辐射光谱的长波区域不敏感，这样一来就限制了非晶硅太阳能电池的转换效率。此外，其光电效率会随着光照时间的延续而衰减，即所谓的光致衰退S-W效应，使得电池性能不稳定。解决这些问题的这径就是制备叠层太阳能电池，叠层太阳能电池是由在制备的p、i、n层单结太阳能电池上再沉积一个或多个P-i-n子电池制得的。叠层太阳能电池提高转换效率、解决单结电池不稳定性的关键问题在于：它把不同禁带宽度的材料组台在一起，提高了光谱的响应范围；顶电池的i层较薄，光照产生的电场强度变化不大，保证i层中的光生载流子抽出；底电池产生的载流子约为单电池的一半

，光致衰退效应减小； 叠层太阳能电池各子电池是串联在一起的。

非晶硅薄膜太阳能电池的制备方法有很多，其中包括反应溅射法、PECVD法、LPCVD法等，反应原料气体为H<sub>2</sub>稀释的SiH<sub>4</sub>，衬底主要为玻璃及不锈钢片，制成的非晶硅薄膜经过不同的电池工艺过程可分别制得单结电池和叠层太阳能电池。目前非晶硅太阳能电池的研究取得两大进展：第一、三叠层结构非晶硅太阳能电池转换效率达到13%，创下新的记录；第二、三叠层太阳能电池年生产能力达5MW。美国联合太阳能公司（VSSC）制得的单结太阳能电池最高转换效率为9.3%，三带隙三叠层电池最高转换效率为13%。

上述最高转换效率是在小面积（0.25cm<sup>2</sup>）电池上取得的。曾有文献报道单结非晶硅太阳能电池转换效率超过12.5%，日本中央研究院采用一系列新措施，制得的非晶硅电池的转换效率为13.2%。国内关于非晶硅薄膜电池特别是叠层太阳能电池的研究并不多，南开大学的耿新华等采用工业用材料，以铝背电极制备出面积为20X20cm<sup>2</sup>、转换效率为8.28%的a-Si/a-Si叠层太阳能电池。

非晶硅太阳能电池由于具有较高的转换效率和较低的成本及重量轻等特点，有着极大的潜力。但同时由于它的稳定性不高，直接影响了它的实际应用。如果能进一步解决稳定性问题及提高转换率问题，那么，非晶硅太阳能电池无疑是太阳能电池的主要发展产品之一。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/17749.html>