

## 半导体所在铋化物纳米线研究中取得系列进展

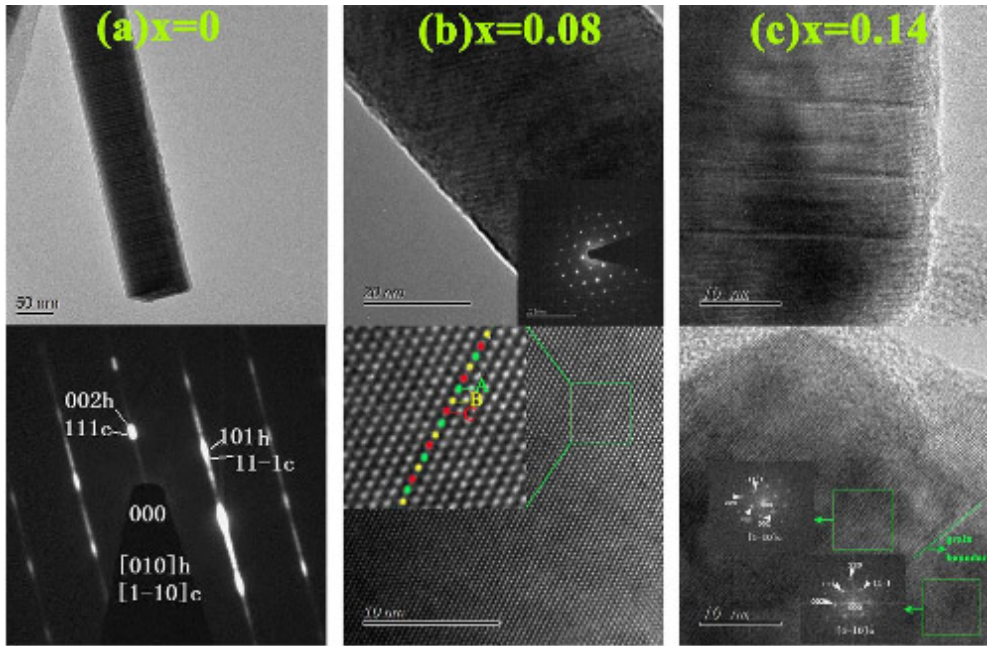


图1. 不同Sb组分对InAsSb纳米线晶体质量的影响

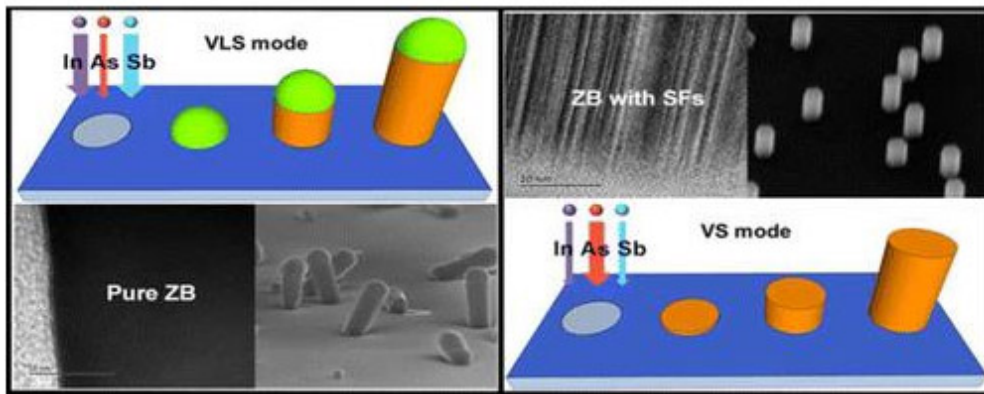


图2. InAsSb纳米线两种不同生长机制

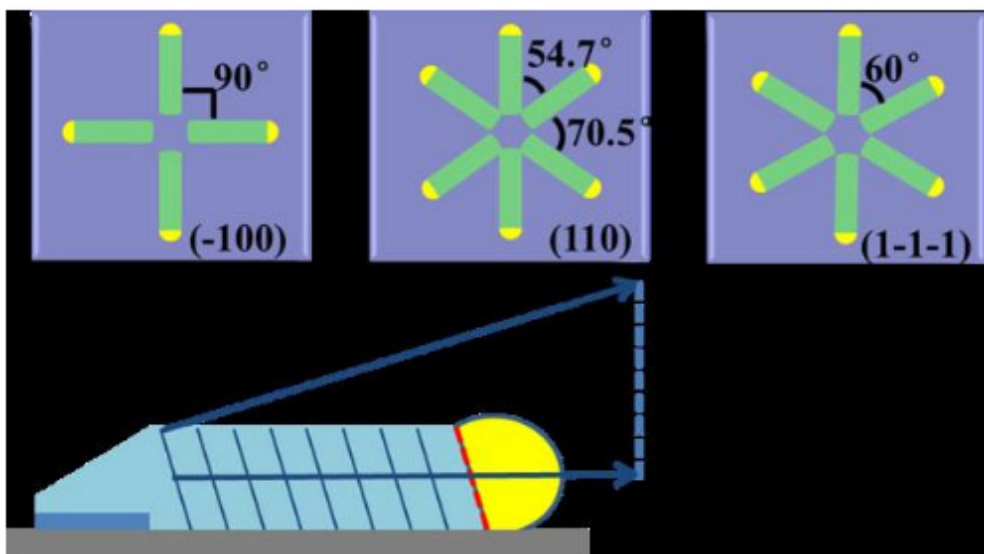


图3. 平面InAsSb纳米线在不同取向的Si衬底上方向分布及生长模型示意图

III-V族半导体纳米线凭借其独特的准一维结构和物理特性在纳米晶体管、纳米传感器和纳米光电探测器等方面有着重要潜在应用，是当前国际研究的热点。特别是，三元合金InAsSb纳米线除了具有超高的载流子迁移率和极小的有效质量外，其可调的带隙以及电、光学性能使其成为红外探测器的理想材料。目前，国际上广泛采用外来Au催化的气-液-固（VLS）机制制备纳米线，但Au催化剂能在半导体材料中形成深能级复合中心，这将大大降低器件的性能。因此，发展无Au催化纳米线的制备技术尤为重要。此外，目前无外来催化含In的化合物纳米线生长机制存在争议，主要集中在In液滴自催化的VLS和应力驱动的气-固（VS）两种生长机制上。

最近，中国科学院半导体研究所半导体材料科学重点实验室研究员杨涛课题组在InAsSb纳米线制备及机理研究方面取得系列进展。博士生杜文娜等首次在Si衬底上制备出高质量的垂直InAsSb纳米线，并详细研究了Sb组分对纳米线生长的影响。特别是他们发现在InAs纳米线生长过程中引入少量Sb，可以大大改善InAs纳米线的均匀性和晶体质量（图1），这将对制备高性能纳米线器件具有重要意义。相关结果发表在*J. Cryst. Growth* 396 (2014) 33 – 37。

同时，他们还发现InAsSb纳米线的生长机制随生长参数变化而变化，在低  $V/V_0$  比和高Sb流量比下，纳米线是通过VLS机制进行生长；而在高  $V/V_0$  比和低Sb流量比下，纳米线则是以VS机制进行生长，这一发现为利用生长参数调控InAsSb纳米线生长机制奠定了基础。此外，两种机制的纳米线在形貌、生长方向和晶体质量方面显著不同（图2）。VS机制纳米线方向统一、组分均匀，有利于发展低成本集成器件；而VLS机制纳米线晶体质量高，更有利于制备单根高性能纳米线器件。相关结果发表在*Cryst. Growth Des.* 2015,15,2413 – 2418。

此外，课题组首次发现在不同取向的Si衬底上可以生长出不同形貌分布的平面InAsSb纳米线（图3）。在（100）衬底上纳米线沿四个相互垂直的方向生长；在（110）衬底上沿六个夹角为 $54.7^\circ$ 或 $70^\circ$ 的方向生长；而在（111）衬底上纳米线沿六个等价的 $60^\circ$ 方向角生长。将（111）晶向族分别在上述三个平面内投影后发现投影的数目和夹角与上述平面纳米线在三种衬底上的分布完全相同。因此，利用不同取向的Si衬底可实现对平面纳米线生长方向的调控。同时，高分辨透射电镜图像显示这些平面纳米线具有纯立方相结构。结合热动力学理论，他们很好地解释了这些平面纳米线生长规律。方向可空的平面纳米线易与现代CMOS工艺兼容，这为未来制备高度集成的III-V族纳米器件开拓了新的技术路线。相关结果发表在*Nano Lett.* 2016, 16 (2), 877 – 882。

该工作得到了国家科技部、国家自然科学基金委和中科院的经费支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/89945.html>