

· 中国学者海外论文摘要 ·

离子注入碳化硅实现低温下外延合成石墨烯

通过高温加热碳化硅在其表面上外延形成均匀、大面积的石墨烯，是目前石墨烯制备行业最主要的方法之一。但由于碳化硅具有超高的热解温度，给设备方面提出了很大的挑战，限制了该方法在实际生产中的应用。太原科技大学以降低碳化硅热解合成石墨烯所需要的温度为出发点，采用离子注入方法，研究离子注入过程对制备石墨烯薄层结构和基本物理性能的影响，探讨离子注入手段在碳化硅热解合成石墨烯过程中的作用机理。该文章发表在《Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B》2015年第356期。

论文介绍了将碳单原子离子(C₁)、碳团簇离子(C₆)和氩气离子(Ar)注入到n型6H单晶碳化硅衬底上。注入剂量为4×10¹⁶ atom/cm²，注入能量为20 keV。样品分别采用真空和氩气气氛退火。通过拉曼光谱检测碳化硅表面碳化现象的发生。用HRXRD检测离子注入碳化硅后样品的损伤程度。

采用HRXRD沿着35.6°处的最强衍射峰做(0001)面摇摆曲线(图1)。未注入的碳化硅，以及Ar离子、C₁离子和C₆团簇离子注入的碳化硅的半高宽分别为29.11，69.52，59.65和77.72 arcsec。

其结果表明C₆团簇离子注入的碳化硅会引起最大的辐照损伤效应，更多可能的引发硅-碳化学键断裂。由图2(a)可知，在1 200 °C真空退火条件下C₆团簇离子注入的碳化硅，其表面有多层石墨烯片出现，发生了碳化现象。对比在同样氩气气氛中退火的Ar离子、C₆团簇离子注入的碳化硅衬底，图2(b)显示其均发生了明显的碳化。而即使在达到管式炉极限温度1 300 °C时，无论真空退火还是氩气气氛退火，未注入的样品均未发生明显的碳化现象。

文中指出，Ar离子和C₆团簇离子注入的碳化硅均实现了较低温(1 200 °C)下热解合成石墨烯的目的，比普通高温退火降低了至少200 °C。C₆团簇离子注入较C₁离子注入而言，由于存在团簇离子注入过程中的非线性辐照损伤效应，对衬底造成更大的损伤，故在低温合成石墨烯方面有更为明显的效果。而Ar离子注入由于其分子半径较大，引起的损伤也较大，为此也能明显降低其碳化温度。从纯物理的辐照效应上，验证了损伤可以极大的破坏碳硅化学键，可以实现低温下合成石墨烯的目的。

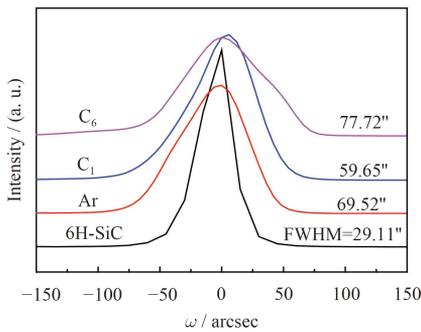


图1 6H-SiC (0001) 面的摇摆曲线

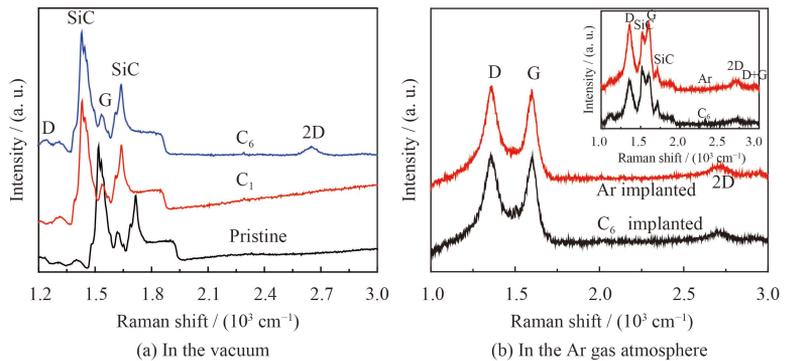


图2 1 200 °C退火后的 6 H-SiC 拉曼光谱

(太原科技大学 张瑞 供稿)