

基于简单的支架的多片4H-SiC化学气相沉积同质外延生长

虽然在商用化学气相沉积设备中可以在一次运行中实现多片4H-SiC衬底的同质外延生长，但是必须将晶片装载到可旋转的大型基座上，这导致基座的直径随着数量或者外延晶片总面积的增加而增加。在这项工作中，我们展示了一种简便的方法，通过自制的常规单晶片化学气相沉积设备，在没有大型基座的情况下，在简单的支架上放置多片4H-SiC衬底。

本文中通过光学显微镜，AFM，SEM和拉曼光谱研究了在每个晶片上获得的4H-Si薄膜的结构性质。结果表明，在每个晶片的内部区域可以获得高质量的同质外延生长4H-SiC薄膜；而在外部区域，由于受到简单支架的机械部件影响，质量下降。最后，我们利用晶片支架进一步减少了不利的外部区域，展示出整个晶圆的同质外延生长，从而大大提高了生产效率，降低了能耗。

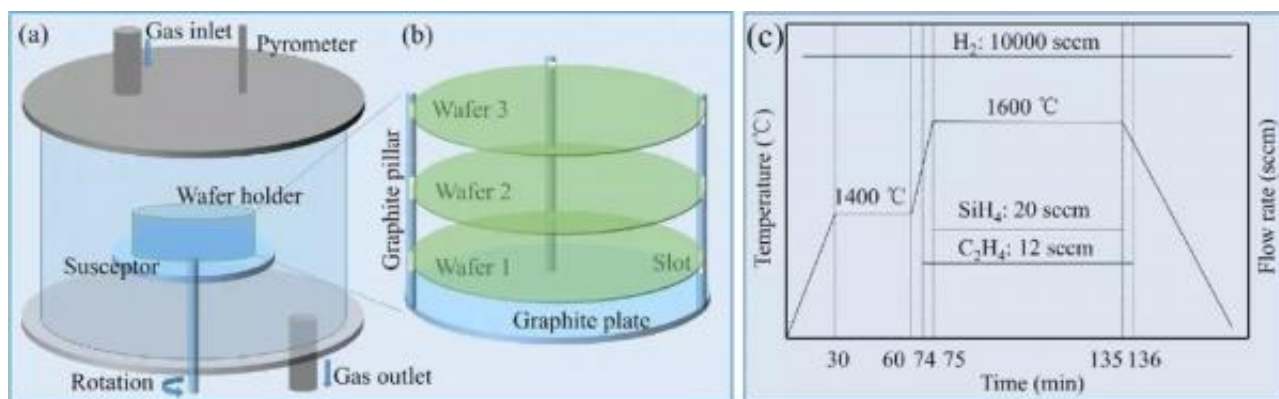


图1：（a）CVD室和（b）带有晶片的特定支架，（c）生长过程的示意图

我们在自制的低压化学气相沉积反应器中进行了4H-SiC同质外延生长。CVD反应器具有垂直的热壁室。图1（a）显示了腔室的示意图。图1（b）显示了装有晶片的特定晶片夹持器。在图1（b）中，我们固定了三片4H-SiC衬底。槽之间的距离（d），典型值为1cm，可根据实际情况定制。生长过程如图1（c）所示。在生长之前，将晶片在20kPa和1400℃下进行H₂蚀刻处理30分钟，以消除污染和衬底表面损伤。外延生长在10kPa和1600℃下进行60分钟。SiH₄和C₂H₄的流速分别为20sccm和12sccm。生长后，通过光学显微镜，AFM，SEM和拉曼光谱表征样品。

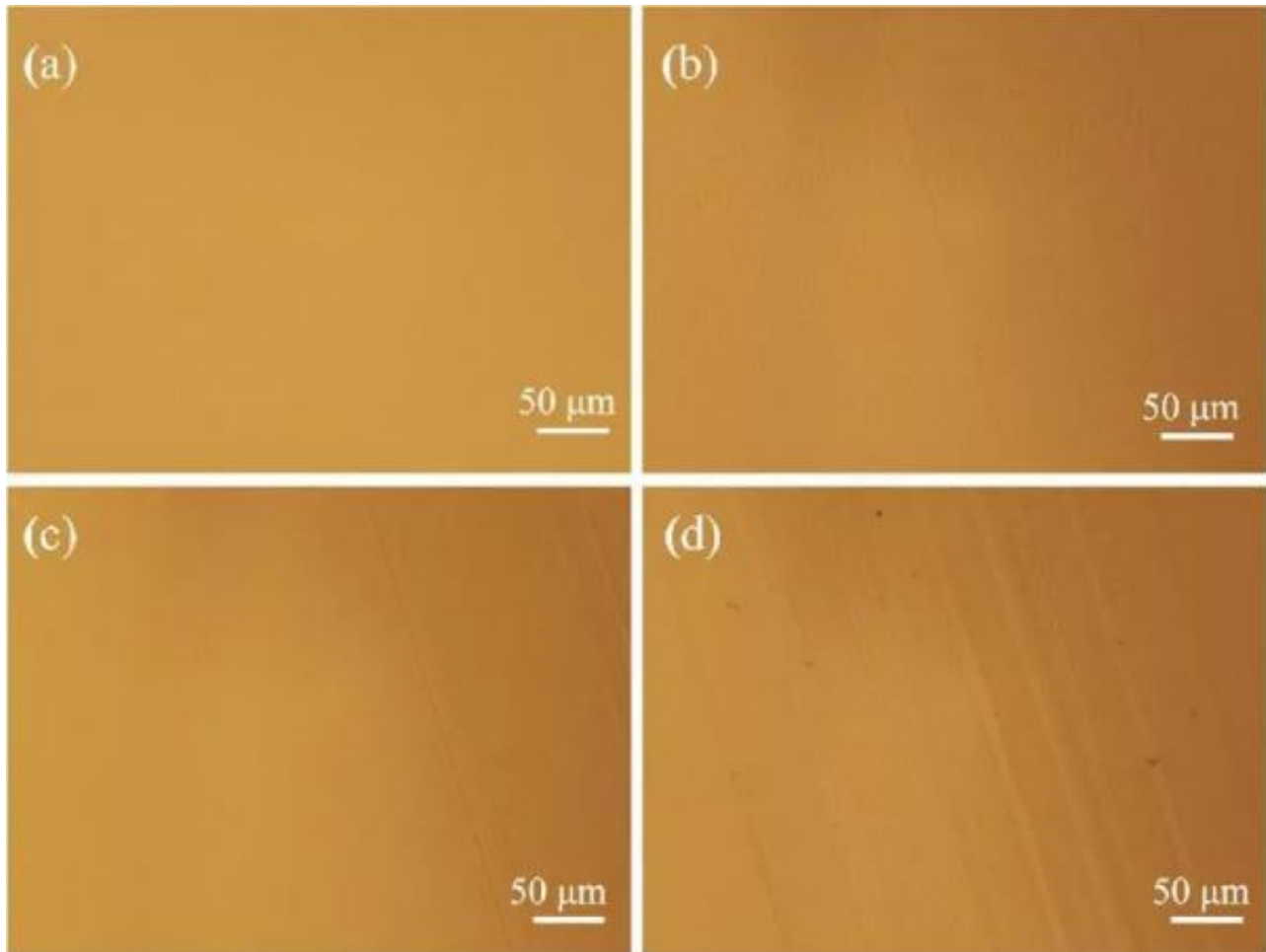


图2：（a）在20kPa和1400℃下蚀刻30分钟的衬底表面的光学图像，（b）-（d）分别在10kPa，1600℃下生长60分钟外延晶片1，2和3的表面的光学图像。

4H-SiC薄膜内部区域的典型形态如图2所示。图2（a）显示了在外延之前用于比较的H₂蚀刻的衬底的图像。图2（b）-（d）表明外延晶片1，2和3的表面都显示出明显的台阶。据报道，外延生长期间邻近的4H-SiC表面上的台阶形成是由表面动力学和能量学之间的相互作用引起的。我们可以看到图2（b）和（c）中的台阶宽度小于图2（d）中的台阶宽度。

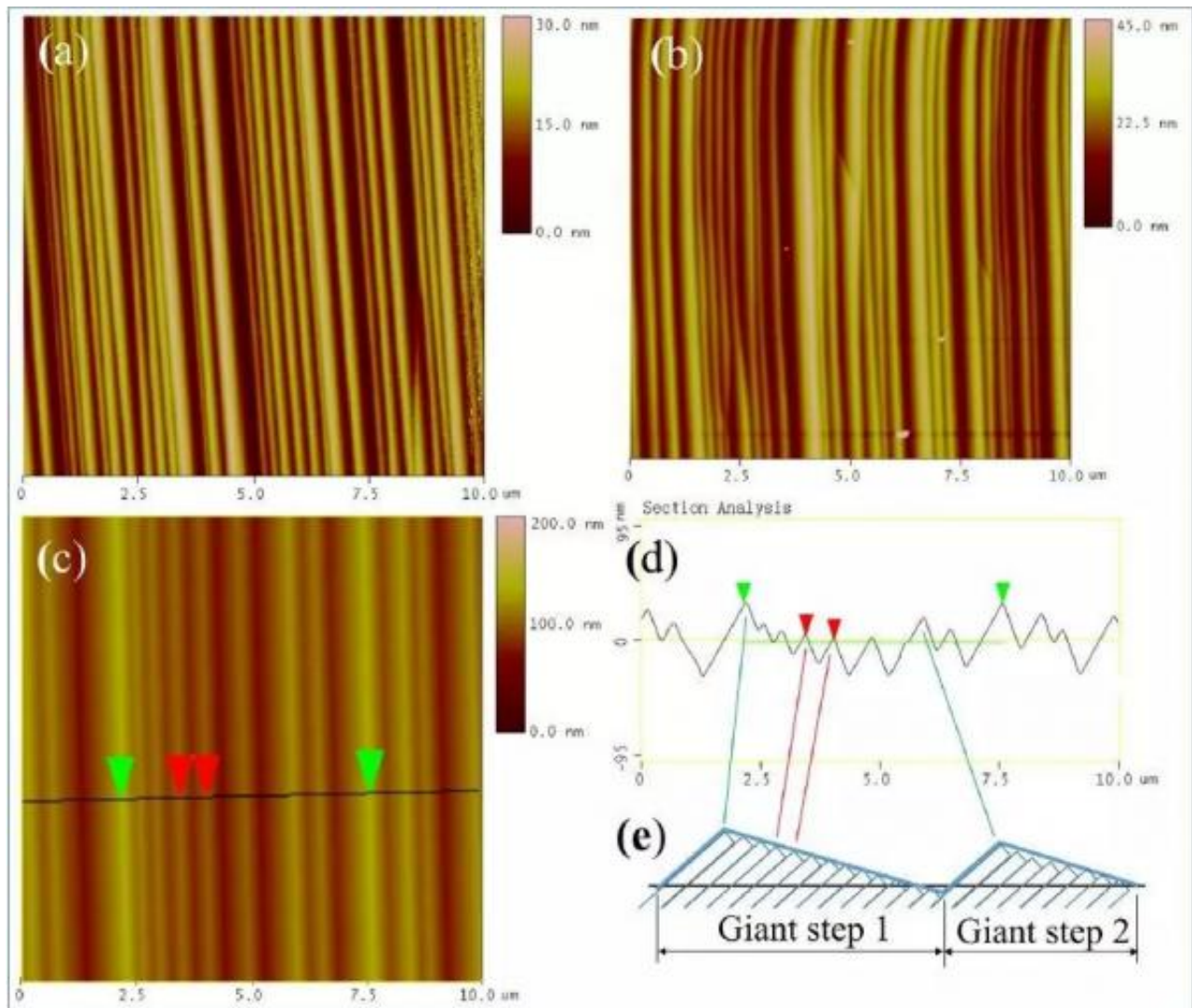


图3：（a）晶片1，（b）晶片2和（c）晶片3的外延表面的AFM图像，（d）晶片3的表面台阶轮廓图，（e）表面台阶阶距示意图

外延层的表面形态也通过AFM进行了测量（图3）。AFM图像进一步证实了图2中观察到的明显台阶。在4H - SiC薄膜中的存在两种调节。一种台阶小且均匀，密集地填充在外延晶片1和晶片2的表面上（图3（a）和（b））。这是同质外延4H - SiC薄膜的典型形态。另一种台阶是复合的，由所谓的双山谷结构组成（图3（c）和（d））。该结构包括高巨台阶1和低巨台阶2（图3（e））。尽管AFM形态各不相同，但宏观台阶结构都是由于台阶阶距造成的。

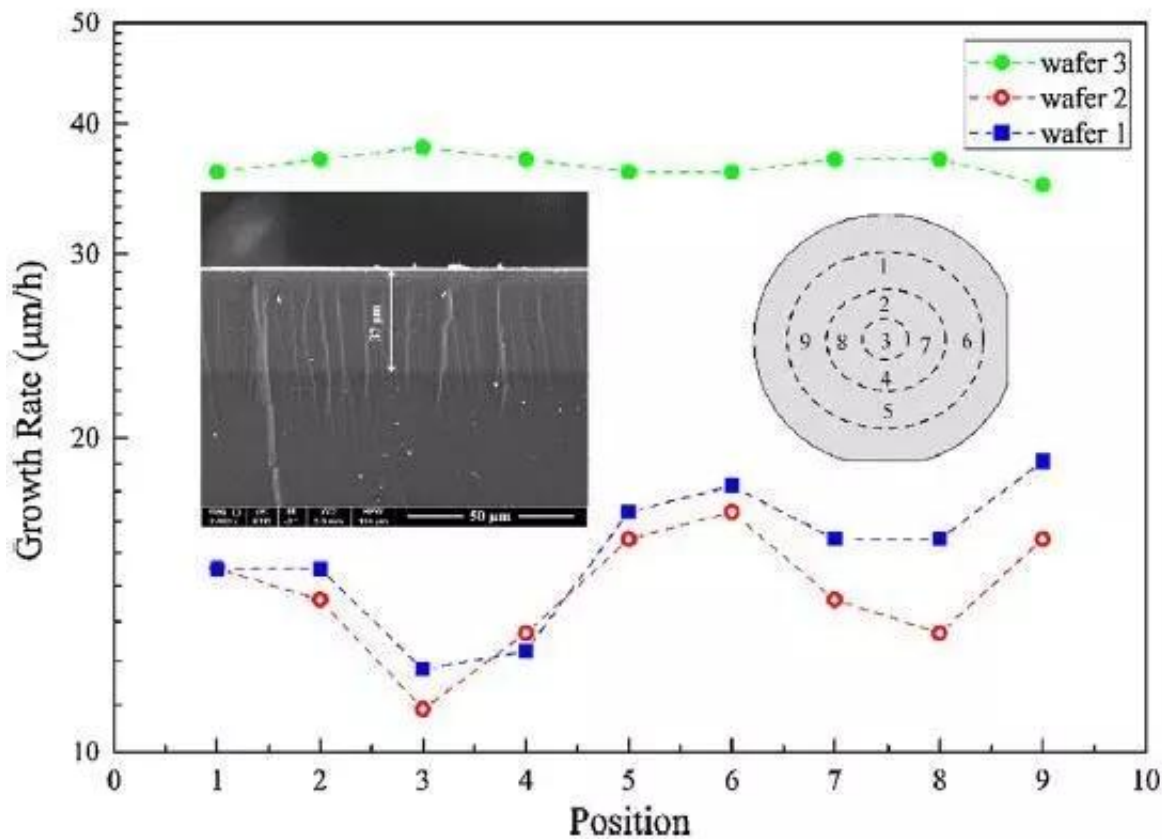


图4：外延晶片上的生长速率分布。左侧插图：晶片3的横截面SEM图，右侧插图：厚度测量的所选位置的示意图。

图4显示了外延晶片上的生长速率及其分布。选择每个晶片上的九个位置进行厚度测量。结果表明外延晶片1和2的生长速率与晶片3的生长速率很不相同。晶片1和晶片2的生长速率非常相似，约为 $14 \mu\text{m/h}$ ，仅是晶片3的40%。图4左图显示了晶片3的横截面SEM图像。测量的厚度为约 $37 \mu\text{m}$ 。这主要是因为这两个晶片被限制在其顶部晶片而使晶片1和晶片2受到较少的气流。相比之下，装载在晶片夹持器顶部的晶片3受到充分气流的作用而没有任何限制。由此，晶片1和晶片2的中心区域的生长速率最慢，因为气流最不可能到达。

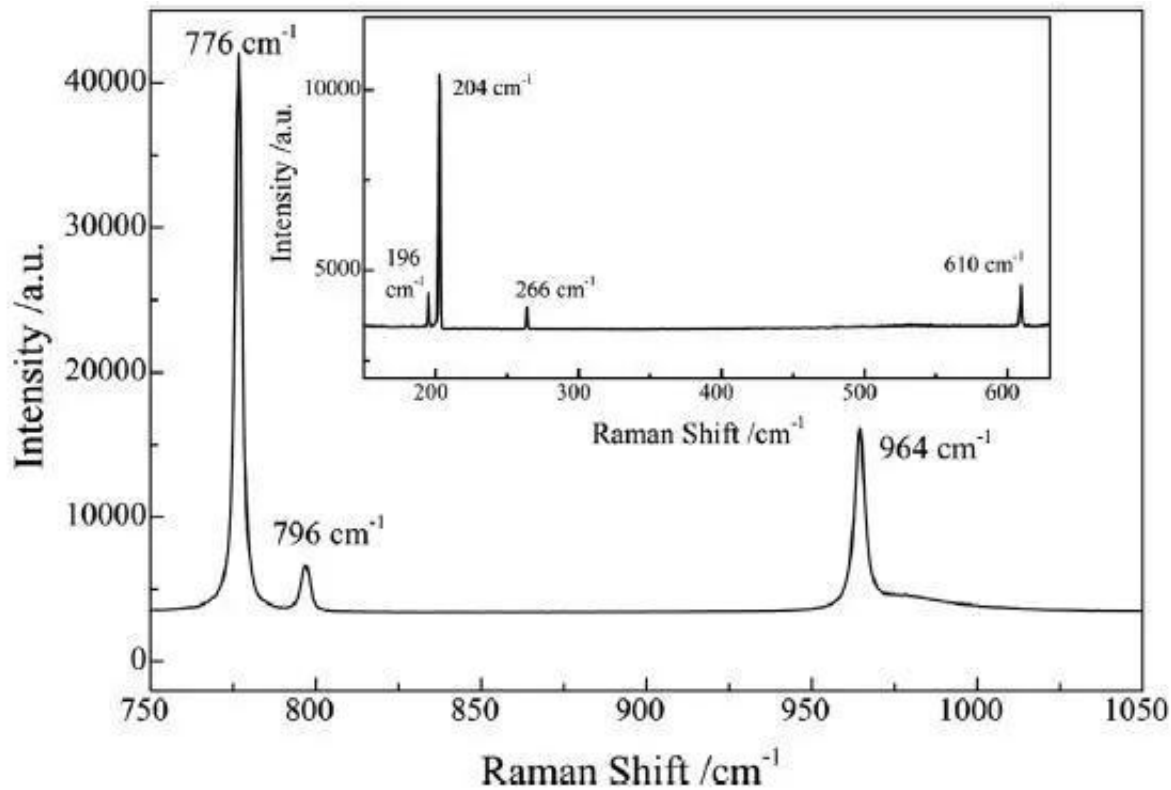


图5：在晶片3上生长的外延层的拉曼光谱

我们对晶片3上生长的外延层进行了拉曼光谱测试（图5）。图中显示的所有拉曼峰均为4H-SiC的峰，这意味着在我们的外延生长中具有优异的4H单型体稳定性。此外，在低波数（ $< 700\text{ cm}^{-1}$ ）的峰也有出现（图5插图），这进一步表明4H-SiC外延层是高质量结晶的。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/136313.html>