

原子力显微镜有机晶体形貌与结构表征 高分辨率解析解决方案

摘要: 本文用牛津仪器 Asylum Research 首次实现以原子力显微镜对二维分子晶体 (C_8 -BTBT) 材料形貌与结构进行了纳米级表征, 并将成果发表于 Nature 期刊上。

关键词: 有机晶体; 二维材料; 形貌; 原子分辨率; 原子力显微镜

1 介绍

有机晶体是半导体材料领域的一个重要分支, 已经广泛应用于太阳能电池、显示器等领域。晶体内部原子或分子有规则的排列, 引起了晶体各向不同的物理性质。而其中的原子或分子若是有机分子, 例如几乎所有的酸、绝大多数有机化合物, 如: 苯、乙酸、乙醇、葡萄糖等, 这些都是分子间通过分子间作用力 (包括范德华力和氢键) 构成的晶体, 称之为有机晶体。有机分子晶体是由有机分子组成, 可以是极性有机分子, 也可以是非极性有机分子。

2 AFM 对单层 C_8 -BTBT 分子晶体生长过程的表征

南京大学王欣然教授课题组将有机晶体与二维材料的概念相结合, 在国际上首次利用范德华外延制备出大面积、高质量的单层分子晶体 (图 1)。在石墨烯衬底上制备出“石墨烯 - 分子晶体 - 金”三明治结构的高开关比场效应晶体管, 并实现了“与门”、“或门”逻辑运算功能。进一步, 在氮化硼衬底制备的单层 C_8 -BTBT 分子晶体场效应晶体管, 室温下迁移率能到达 $10\text{cm}^2/\text{Vs}$, 比之前报道的结果提高了两个数量级以上。

牛津仪器

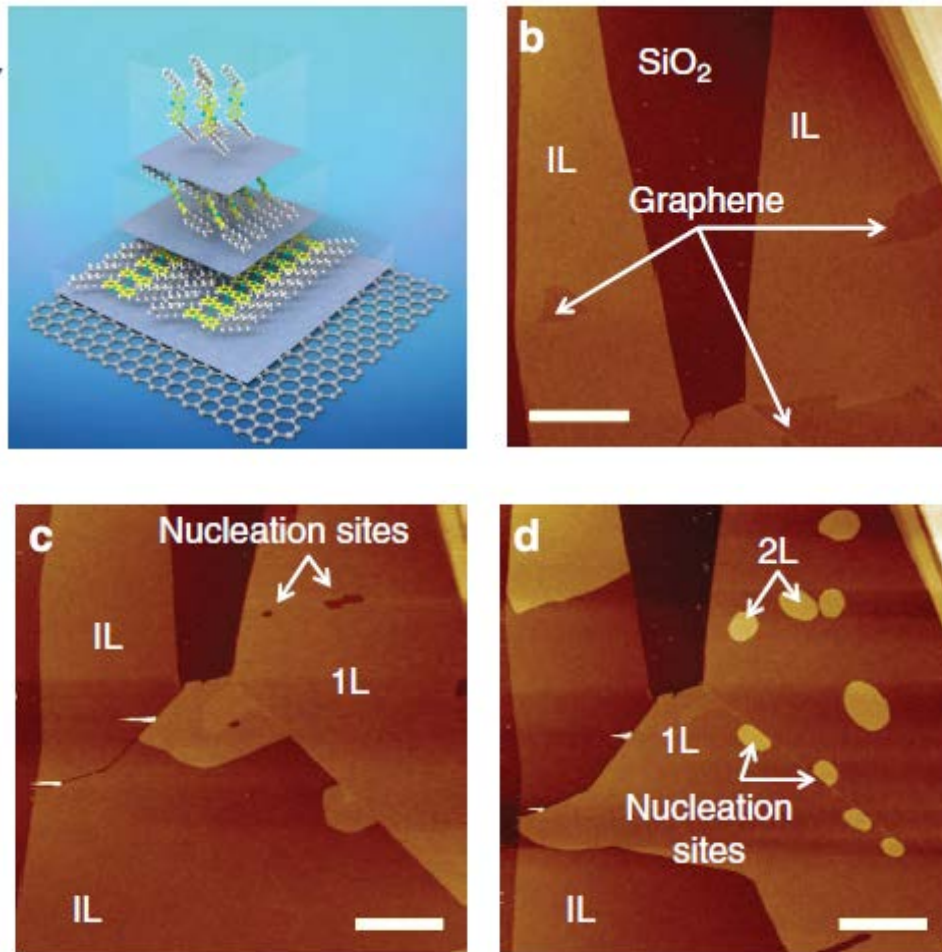


图 1 C₈-BTBT 在 95 分钟的生长过程中，AFM 对样品不同生长阶段的形貌表征

3 石墨烯上生长单层 C₈-BTBT 分子晶体的晶体结构原子分辨率表征

牛津仪器

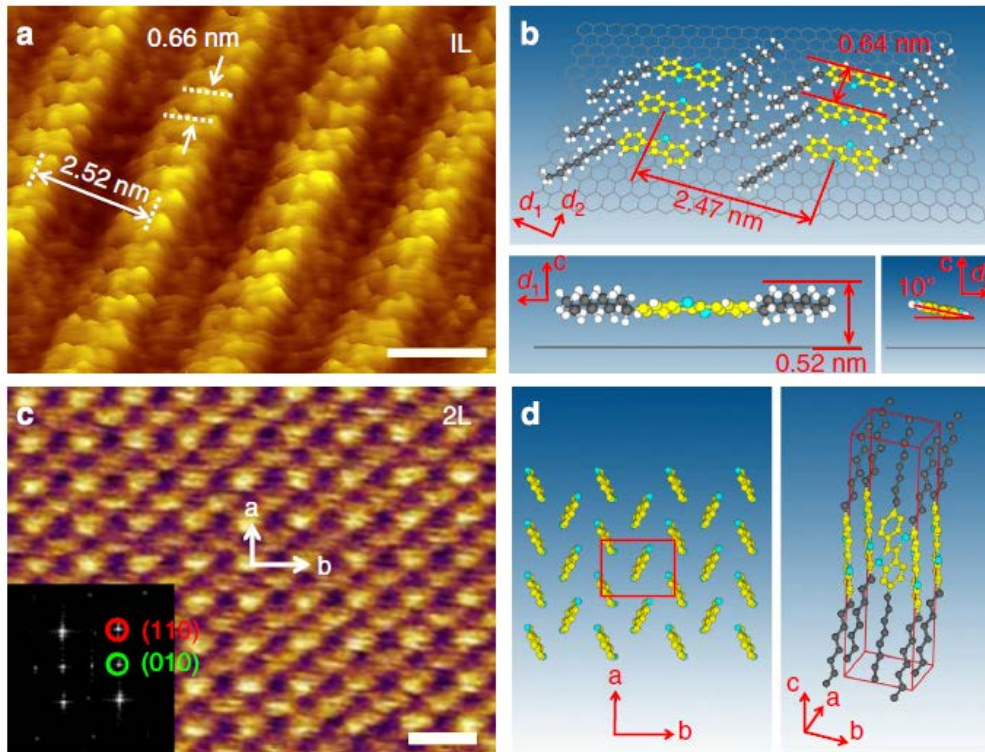


图 2 石墨烯衬底上生长双层（图 c）二维分子晶体（C₈-BTBT）的 AFM 高分辨图像

牛津仪器与南京大学合作，对生长的各种不同层数的分子晶体进行了原子分辨率的解析。分子晶体的晶格常数在 0.4-0.8nm 之间，对其实行高分辨率的解析对 AFM 有极高的要求。牛津仪器 Asylum Research 的 Cypher 作为目前世界上最高分辨率的快速扫描 AFM，空气环境中，在轻敲模式下首次实现了这种常规材料的原子分辨率成像。对生长在石墨烯或者氮化硼基体上的不同层数的 C₈-BTBT 的晶体结构进行了系统的表征。

牛津仪器

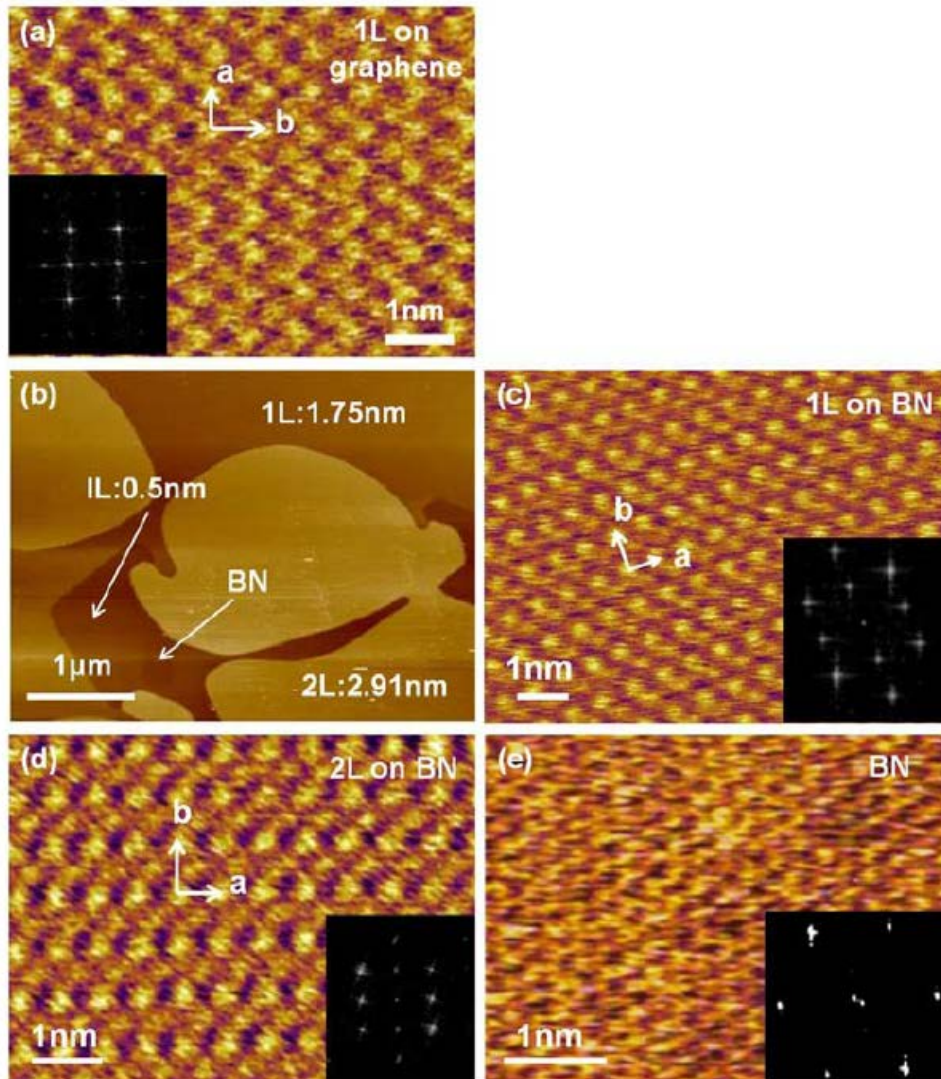


图 3 氮化硼衬底上生长单层 (c) 和双层 (d) 二维分子晶体 (C_8 -BTBT) 的 AFM 高分辨图像, 图 e 是基底氮化硼的原子分辨率图像

更多细节可参考 NATURE COMMUNICATIONS | DOI: 10.1038/ncomms6162