

物理所等转角二硫化钼石墨烯异质结的垂直电导研究获进展

近年来,二维材料以其优异的电学、光学以及力学性质被广泛关注和研究。得益于二维材料层状结构及弱层间范德华相互作用,不同的二维材料可以像乐高积木一样相互组合形成各种二维材料异质结。正如乐高积木有无穷种搭建方式,二维材料也可以组合出具有不同性能的二维材料异质结,这为器件应用和诸多基础物理现象研究提供了一个绝佳的材料体系。另外,通过调节二维材料异质结堆叠结构,二维材料异质结的性能可以进一步被改变,甚至产生许多新奇的物理现象。其中,二维材料异质结的堆叠转角调控作为一种重要手段,引起了二维材料研究领域的广泛关注。目前已经报道了许多有趣的异质结堆叠转角调控现象,例如零转角石墨烯/六方氮化硼异质结的量子输运性质、转角控制下的石墨烯/六方氮化硼/石墨烯异质结共振隧穿、转角二硫化钼/二硫化钨层间激子形成、以及小转角(魔角)双层石墨烯中的莫特绝缘体转变和超导现象等。因此研究堆叠转角对二维材料异质结性质的影响具有重大意义。

近日,中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家研究中心纳米物理与器件重点实验室张广宇研究组博士研究生廖梦舟与北京理工大学姚裕贵研究组博士研究生吴泽文合作,结合扫描探针技术和第一性原理计算,研究了堆叠转角调控下的单层二硫化钼/石墨烯异质结的垂直电学行为。实验获得的结果为理解堆叠转角对异质结性能影响提供了重要的信息。

实验利用原子力显微镜原位操纵与测量,可以连续调控石墨烯上外延生长的单层二硫化钼,形成堆叠转角可调的异质结,并原位测量了异质结的垂直电导。研究发现单层二硫化钼/石墨烯异质结的垂直导电行为强烈依赖于异质结的堆叠转角,其垂直电阻随堆叠转角从0度到30度单调递增。30度堆叠转角异质结的垂直电阻大约是0度堆叠转角的5倍。第一性原理计算表明,产生不同堆叠转角下二硫化钼/石墨烯异质结垂直电阻变化的原因在于不同转角下隧穿电流通过硫化钼层的隧穿系数不同,即隧穿系数从0度至30度堆叠转角逐渐减小。不同隧穿系数的产生是由不同堆叠转角下隧穿电流在二硫化钼层K空间上分布不同所造成的,最终影响了隧穿电流的大小。

由于石墨烯/二硫化钼异质结具有良好的光电和气体传感应用潜力,同时石墨烯电极被广泛应用于降低二位过渡金属硫属化物接触电阻。因此这一研究为调节二硫化钼/石墨烯异质结性能提供了指导,同时为利用石墨烯作为二维过渡金属硫属化物的接触电极以降低接触电阻提供了一种新的思路,对二维过渡金属硫属化物的电子和光电器件应用具有重大意义。相关工作发表在《自然-通讯》(Nature Communications 9, 4068, doi:10.1038/s41467-018-06555-w (2018))上。

上述工作得到国家重点研发计划(Grant No. 2016YFA0300904)、中科院前沿科学研究重点项目(Grant No. QYZDB-SW-SLH004)、中科院先导B项目(Grant Nos. XDPB06、XDB07010100)、国家自然科学基金(Grant Nos. 51572289、61734001、11574029、11574361)、科技部(Grants No. 2014CB920903)和中科院青年创新促进会(Grants No. 2018013)等的资助。

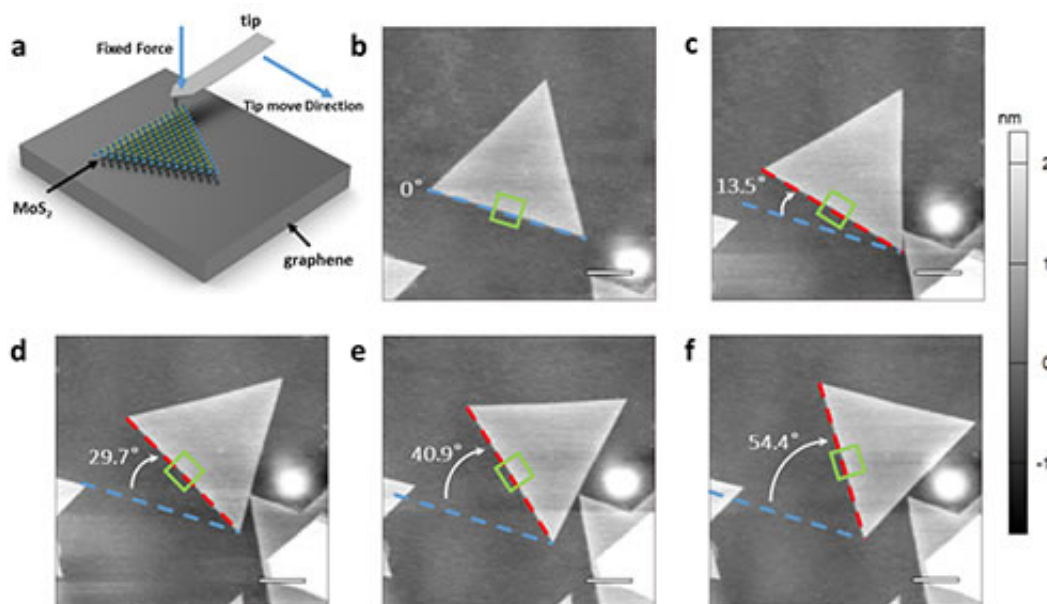


图1. 原子力显微镜旋转二硫化钼/石墨烯异质结。a, 原理图。b-f, 不同转角二硫化钼/石墨烯异质结。

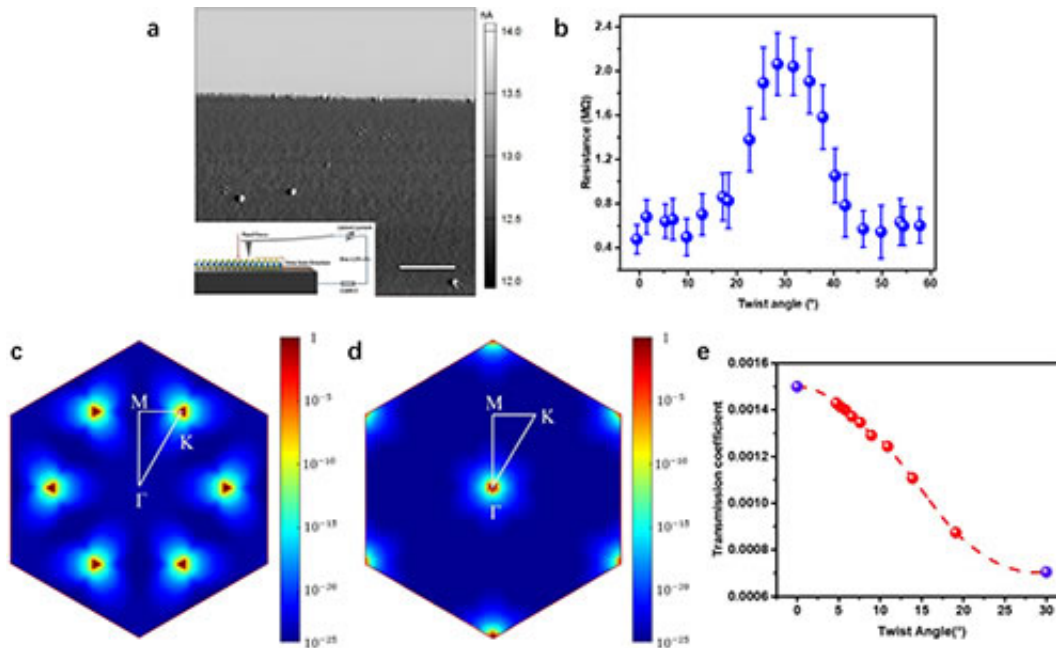


图2. 堆叠转角调控二硫化钼/石墨烯异质结电学行为。a, 导电原子力显微镜图。b, 不同堆叠转角二硫化钼/石墨烯异质结的电阻分布。c, d, 0度和30度堆叠转角二硫化钼/石墨烯异质结隧穿系数热力分布图。e, 计算的隧穿系数随堆叠转角的变化。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/130050.html>