半导体所等在各向异性二维材料物性研究方面取得系列进展

二维层状晶体材料，比如石墨烯和二硫化钼（MoS_2）等，具有优良的电学性能和光学性能，因此被期待可用来发展更薄、导电速度更快的新一代电子元件、晶体管和光电器件。近几年来，平面内各向异性的二维晶体材料，如黑磷(BP)，二硫化铼(ReS_2)和二硒化铼($ReSe_2$)等，由于其具备的独特性质和在纳米器件方面的应用价值而受到人们的极大关注。与各向同性的二维材料(如石墨烯和MoS^2)相比，平面内各向异性的二维晶体材料多一个平面内的自由度，所以它们的性质更加丰富多彩。

最近，中国科学院半导体研究所半导体超晶格国家重点实验室研究员谭平恒研究组在各向异性二维材料的物性研究方面取得了系列进展。研究组和南加州大学教授汪涵等合作，通过拉曼光谱和光致发光光谱表征了平面内各向异性的二维材料$ReSe_2$。他们发现从单层到体材料ReSe2的拉曼光谱和光致发光光谱存在着各向异性，并在多层$ReSe_2$中观察到超低频层间剪切和呼吸耦合振动模。结合第一性原理计算表明，偏振拉曼光谱可以用来表征ReSe2的晶格取向。相关工作发表在Nano Research 2015, 8(11): 3651 – 3661。

在之前的报道中，人们认为各向异性二维晶体材料(如ReS_2)的层间是随机堆垛的。谭平恒研究组和中国人民大学教授季威等合作，通过超低频和高频拉曼光谱、光致发光光谱和密度泛函理论计算展示了多层ReS_2存在两种稳定的堆垛结构，即所谓的“类各向同性”和“类各向异性”结构，其中他们发现“类各向同性”的丰度仅为10-15%。在多层“类各向同性”ReS_2中，观察到了两种不简并的层间剪切振动模；而在多层“类各向异性”ReS_2中，只观察到一种简并的层间剪切振动模，这表明“类各向同性”和“类各向异性”分别对应类各向同性和类各向异性的两种堆垛方式。这两种堆垛方式的多层ReS_2的高频拉曼光谱和光致发光光谱具有显著的差别，也可以用来鉴别多层ReS_2的层间堆垛方式和层数。多层ReS_2多构型的这种特性将会促使人们通过改变堆垛方式来调控其他各向异性二维晶体材料的物理性质和器件应用。相关结果发表在Nanoscale 2016, 8, 8324-8332。该研究进展引发了国际上广泛关注。美国北爱荷华大学和法国斯特拉斯堡大学针对多层ReS_2的超低频拉曼光谱报道了两种截然不同的实验结果，并分别发表于Nano Lett 和ACS Nano。而谭平恒研究组报道了多层ReS_2的两种稳定的不同堆垛结构，并在超低频和高频拉曼光谱、光致发光光谱和密度泛函理论计算方面进行了系统研究，完全统一地解释了国外上述两大学获得的来源于不同堆垛结构的两种截然不同的实验结果。

除了自然界中存在的各向异性二维材料（ReSe2和ReS_2），该研究组还研究了人造各向异性二维材料。研究组和南加州大学教授汪涵和吴蔚等合作，运用氦离子刻蚀技术，在各向同性的单层MoS_2上刻蚀出从5nm到15nm宽的纳米带阵列。通过拉曼光谱和反射衬度谱的表征发现，这种纳米带的光学性质存在着显著的各向异性。拉曼谱随纳米带宽度的变化可以通过量子限制模型得到很好的解释。此外，研究发现，通过纳米带相对于单层材料的拉曼峰强度可以鉴别纳米带的宽度。相关工作在线发表于Advanced Optical Materials。

博士生吴江滨和乔晓粉分别为上述工作的(共同)第一作者。该系列工作得到了国家自然科学基金的支持。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/92413.html