

中国科大在扭转双层石墨烯研究中取得重要进展

(2020-01-19)

新闻中心

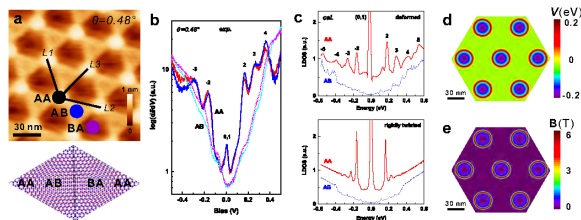
中科院量子创新研究院理事会第三次会议
召开
2020-09-22

陆朝阳获美国物理学会量子计算奖
2020-10-08

-  高等学校创新能力提升计划
-  中国科学技术大学
-  南京大学
-  中科院上海技术物理研究所
-  中科院半导体研究所
-  国防科学技术大学

范德瓦尔斯堆叠的双层石墨烯具有一系列新奇的电学性质（例如，电场可调控的能隙、随扭转角变化的范霍夫奇点以及一维拓扑边界态等）。当双层石墨烯的扭转角减小到一系列特定的值（魔角）时，体系的费米面附近出现平带，电子在能量空间高度局域，电子-电子相互作用显著增强，出现莫特绝缘体和反常超导量子态。另一方面，这些新奇的性质与双层石墨烯体系的扭转角度有着严格的依赖关系，体系层间相互作用随着角减小会逐渐增强，因此探寻和研究这种层间耦合对理解扭转双层石墨烯的电子结构和物理性质至关重要。

中国科学技术大学合肥微尺度物质科学国家研究中心国际功能材料量子设计中心（ICQD）和物理系的秦胜勇教授与武汉大学袁声军教授及其他国内外同行合作，利用扫描隧道显微镜和扫描隧道谱，首次在双层转角石墨烯体系中发现了本征赝磁场存在的重要证据，结合大尺度理论计算指出该赝磁场来源于层间相互作用导致的非均匀晶格重构。相关研究成果以“Large-area, periodic, and tunable intrinsic pseudo-magnetic fields in low-angle twisted bilayer graphene”为题，于2020年1月17日发表于《自然-通讯》（Nature Communications 2020,11,371）上。



图：小角度双层石墨烯中本征赝磁场的发现。对于转角为0.48度的双层石墨烯，在不加外磁场情况下，实验发现了赝朗道能级（图b），理论计算进一步验证了这种赝磁场行为（图c），并估算出赝磁场值大约为6特斯拉（图e）。

该团队系统研究了小角度下（ $<1^\circ$ ）双层石墨烯的电学性质，首次证实了由晶格重构导致的本征赝磁场。首先，研究人员发现体系中赝磁场导致了低能载流子的能量量子化，并计算出这种本征赝磁场在实空间的分布。研究发现赝磁场的分布并不是均匀的，而是以AA堆叠为中心呈螺旋状，且在AA堆叠边界区域达到最大值；另外，该赝磁场的大小随着转角的减小而增大，其分布和大小受到外加应力的调控。该项研究证实，在小角度扭转双层石墨烯中晶格重构导致的赝磁场和强关联电子态存在着内在的关联，层间相互作用对体系的结构重构和性质变化有着非常重要的影响。这一现象可以推广到其他范德瓦尔斯堆叠的二维材料体系中。这项工作同时表明，具有本征赝磁场的小角度扭转双层石墨烯是实现量子反常霍尔效应的一个可能平台，为研究二维材料的性质和应用提供了新的思路。

中国科大秦胜勇教授和武汉大学袁声军教授为本文的共同通讯作者；中国科大博士生施浩浩和武汉大学博士后詹真为共同第一作者。该项研究得到了科技部重点研发计划、国家自然科学基金委、中央高校基本科研业务费、科大校创新团队基金的经费支持。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-019-14207-w>

（量子信息和量子科技前沿协同创新中心）