

中国科大在准二维kagome晶格新奇电子特性研究方面取得重要进展

(2018-09-02)

近期，中国科大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与中科院强耦合量子材料物理重点实验室曾长淦教授研究组及其合作者在kagome晶格新奇物性研究方面取得重要进展，以层状材料 Fe_3Sn_2 为平台首次在kagome晶格体系中实验观察到近乎无色散的平带电子结构，并结合理论阐明了其高温铁磁序的机制。相关结果以封面文章的形式近日发表在权威物理期刊《Phys. Rev. Lett.》上，并被刊物编辑部评选为Editors' Suggestion。物理系博士生林志勇为文章第一作者。

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



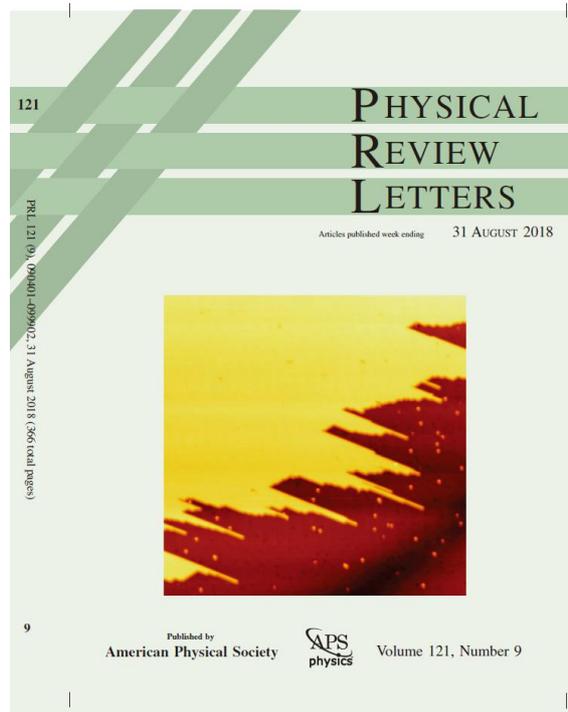
中科院上海技术物理研究所



中科院半导体研究所



国防科学技术大学



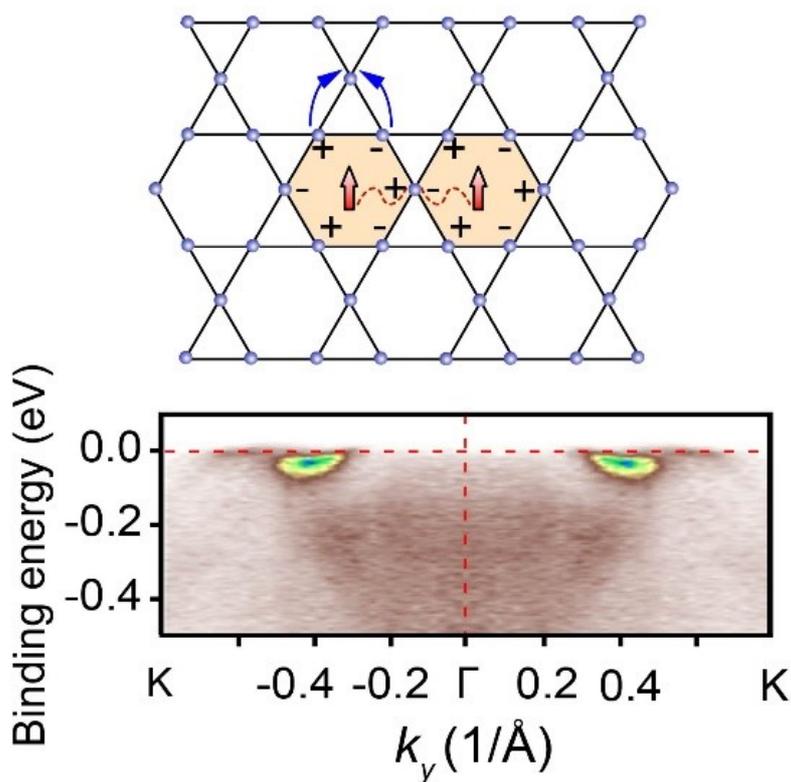
Phys. Rev. Lett. 第121卷第9期封面

根据固体电子能带理论，通过设计固体中原子的排列可以调控电子的行为，进而实现各种非平庸的能带结构。一个广受关注的例子是通过构造蜂巢晶格可以实现具有线性色散关系的狄拉克能带。而与狄拉克能带形成鲜明对照的是平带，即高简并无色散电子态。狄拉克能带中电子没有质量，而平带中的电子具有很重的质量。在理想平带中，电子动能湮灭，电子间的库仑相互作用占主导地位。由于其特殊性，理论预言平带可能导致各种激动人心的物理效应，包括铁磁性、高温分数量子霍尔效应、Wigner晶体、玻色-爱因斯坦凝聚、以及高温超导等。原则上平带可以通过构造一些特殊晶格使电子布洛赫波局域相消干涉来实现。然而迄今为止，对实际材料平带的实验验证及平带物理效应的展示仍然是一个巨大的挑战。

曾长淦教授研究团队与来自韩国汉阳大学的中心访问学者Jun-Hyung Cho教授、国家同步辐射实验室孙喆教授等合作，结合扫描隧道显微术、角分辨光电子能谱、第一性原理计算等手段，证实准二维kagome化合物 Fe_3Sn_2 确实存在平带电子结构。kagome晶格由交错排列的三角形组成，而每个顶点连接了两个相邻六边形，如图所示。该研究团队对 Fe_3Sn_2 的研究表明，在Fe原子所形成的kagome晶格中，电子布洛赫波函数的相消干涉能够有效地将电子束缚在kagome晶格的六边形中，从而导致几近无色散的平带。

另一方面，该研究团队进一步证实了 Fe_3Sn_2 具有高温铁磁序，并归因于电子关联和kagome晶格的协同作用：kagome平带导致的高态密度以及较大的在位库仑能使得铁磁序的Stoner判据得以满足。从实空间看，电子间较强的在位库仑相互作用使得束缚在六边形中的电子发生自旋极化，而六边形分子内交换作用产生的局域极化自旋磁矩通过共

享Fe原子的六角形网格耦合起来，从而导致长程铁磁序。



kagome晶格上电子态相消干涉导致局域化和自旋耦合导致铁磁性的示意图（上图）
角分辨光电子能谱实验观测下的平带（下图）

该研究不仅在实验上第一次展示了实际kagome晶格确实可以存在平带电子结构，而且为探索晶格驱动的长程铁磁序提供了新思路。未来对平带电子结构的进一步调控，比如调节费米面位置，将有可能实现其它在拓扑量子计算方面有应用前景的新奇量子态。这一研究成果发表在[Phys. Rev. Lett. 121, 096401 (2018)]，曾长淦教授和Jun-Hyung Cho教授为共同通讯作者。上述研究工作得到了国家自然科学基金委、科技部、教育部以及量子信息与量子科技前沿协同创新中心的资助。

论文链接: <https://journals.aps.org/prl/pdf/10.1103/PhysRevLett.121.096401>

(量子信息和量子科技前沿协同创新中心)



高等学校创新能力提升计划（2011计划）
量子信息与量子科技前沿协同创新中心

Copyright 2011-2016

中国科学技术大学、南京大学、上海技术物理研究所、半导体研究所、国防科学技术大学

2011 量子信息与量子科技前沿协同创新中心

All Rights Reserved 皖ICP备12020656