

搜索...

科技动态

[本篇访问: 13711]

最近更新

物理学院宋凤麒王伯根课题组利用团簇调控拓扑绝缘体获得单狄拉克通道量子霍尔效应

发布时间: [2017-10-20] 作者: [物理学院] 来源: [科学技术处] 字体大小: [小 中 大]

石墨烯、拓扑绝缘体等近来热点凝聚态体系的核心物理在于狄拉克电子, 鉴定狄拉克电子的关键指征之一是半整数序列的量子霍尔效应。然而, 由于固体对称性要求非简并的狄拉克锥总是成对出现, 狄拉克电子量子霍尔效应实验中都只能看到整数平台。单个狄拉克通道的1/2量子霍尔效应来源于宇称反常, 其观测十分困难。拓扑绝缘体的两个狄拉克锥分布在器件的上下两个表面, 这给表面独立调控实现单狄拉克通道量子霍尔效应并观测宇称反常带来了希望。

南京大学物理学院、电子学院、中国科学院强磁场科学中心、中国科学技术大学和中科院物理所合作的课题组利用团簇调控拓扑绝缘体获得单狄拉克通道量子霍尔效应。相关研究成果以“Anomalous quantization trajectory and parity anomaly in Co cluster decorated BiSbTeSe₂ nanodevices”为题, 发表在在Nature Communications (Nat. Commun. 8, 77 (2017))上。南京大学物理学院张帅、王锐两位同学和中科大的皮雳教授为论文的共同第一作者, 宋凤麒教授、王伯根教授、张裕恒教授为论文共同通讯作者, 中科院强磁场科学中心和中科院物理所李永庆组提供了关键的支持。

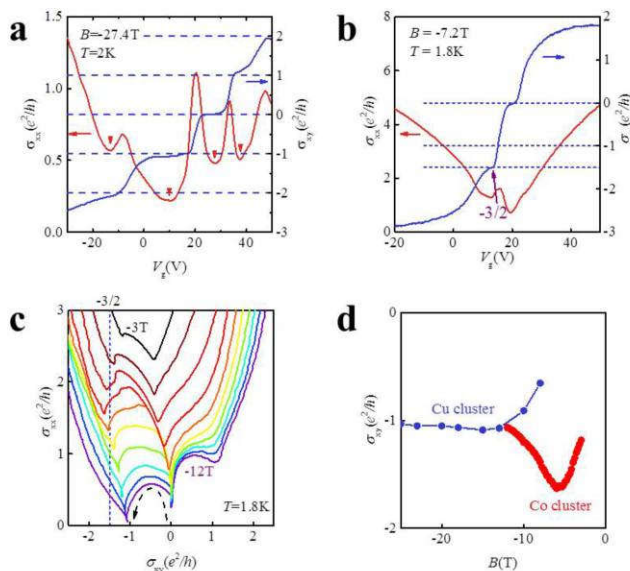


图1 (a) 2K和27.4T下的5个量子霍尔平台; (b) 7.2T下的3/2量子霍尔平台; (c) 钴团簇修饰后的重整化群流分析; (d) 钴团簇修饰后的反常量子化轨迹与铜团簇修饰后的轨迹。

在该工作中, 研究团队试图用磁性团簇沉积的方式来调控拓扑绝缘体表面的两个狄拉克通道。他们发现未修饰的拓扑器件在3特斯拉就开始出现量子霍尔效应。此外, 即使在单个表面沉积大量磁性团簇拓扑从而彻底破坏时间反演, 也并不能抑制拓扑表面态的量子霍尔效应。施加一个27.4特斯拉的

历史学院“感恩基金”捐赠设立仪式举行

闵乃本院士遗体告别仪式举行

闵乃本院士遗体告别仪式举行

小鼠遗传工程和表型分析研讨班落幕

我校党委中心组专题学习全国教育大会精神

“两岸大讲堂”第二期关注两岸关系走向

[统战部]农工党南大支部举办牙病防治进校园活动

[软件学院]举办2018年苏州地区新生见面会

张异宾、吕建等校领导陪同闵乃本院士

[化院]我校2018级上海籍新生座谈会举行

一周十大

我国著名物理学家闵乃本院士逝世 [访问: 9403]

讣告 [访问: 4382]

我校召开2018年秋季学期工作布置会 [访问: 3412]

校领导访问伦敦国王学院 签署两校联... [访问: 2984]

张异宾、吕建等校领导陪同闵乃本院... [访问: 2846]

刘一峰为我校宿迁籍优秀新生捐设奖... [访问: 1990]

欧洲和平安智库学者考察团、非洲... [访问: 1918]

Nature在其News and Views专栏介... [访问: 1700]

我校两项目参加2018年全国科普日北... [访问: 1552]

金钟、李桂根课题组合作研发基于仿... [访问: 1420]

强磁场, 扫描栅压仍然可以获得5个整数霍尔平台 (图1 (a))。这揭示了表面态拓扑保护的强健性。尽管拓扑表面的量子霍尔特性无法彻底抑制, 但是有可能会由于磁性团簇而发生滞后效应。在这一思想指导下, 课题组在一个中等场 (7特斯拉) 附近仔细调控最终获得了3/2的量子霍尔平台 (图1 (b))。经过重整化群流图分析, 这一3/2平台是下表面单个狄拉克通道量子化的结果。

课题组进一步提出了朗道能级杂化的“滞后模型”来理解实验结果。钴团簇通过与上表面的反铁磁交换, 会给表面态打开一个能隙。在磁场下, 理论发现交换场能隙使得最低的朗道能级从原来的狄拉克点处移动到这个能隙的顶端。因此当磁场从高场下降时, 磁性修饰后的朗道能级杂化过程将被推迟, 从而就形成了上表面反常的量子化轨迹 (图1 (c、d))。同时下表面仍然显现正常量子化特征, 这最终导致了上、下表面的量子化过程发生分离, 从而实现了半整数的量子霍尔平台。

这一实现有两个重要的前提。一是经过多年努力, 课题组获得了体相绝缘的拓扑绝缘体单晶样品。该工作中绝缘体块材的电阻率已经达到10Qcm以上的数量级, 而且不同厚度的器件表现出接近量级的面电导, 这证实拓扑表面态已经主导了样品的输运。通过进一步的样品优化, 课题组近来已经实现千分之一的霍尔平台精确度。二是原子团簇修饰的独特性。理论模型指出磁性颗粒修饰打开的能隙起到了拖延上表面量子化的作用, 通过计算分析, 这个能隙大小至少为4.8meV。

该工作得到人工微结构科学与技术协同创新中心和固体微结构物理国家重点实验室的支持, 国家重点研发计划、国家自然科学基金以及江苏省自然科学基金等项目的资助。

(物理学院 科学技术处)



分享到

0