

上海交通大学“超导体中分段费米面的实现”在科学发文

2021年11月02日

作者：叶丹 高璐 王阳

上海交通大学物理与天文学院郑浩、贾金锋领导的研究团队利用低温强磁场扫描隧道显微镜在Bi₂Te₃/NbSe₂体系中成功产生并探测到由库珀对动量导致分段费米面，论文被Science接收，并被选为Frist Release于10月29日凌晨在线发表。

固体物理的基本知识告诉我们材料费米面附近的态密度决定了它们是否导电、是否透光等各种物性。传统的物态调控都是调控费米面附近态密度，如果能够实现费米面的人工调控，就会给材料物性的调控带来革命性的变化。

超导体具有零电阻导电和完全抗磁性等奇特性质，是物理学中一个长盛不衰的研究课题；由于费米能级处超导能隙的存在，超导体均无费米面。早在1965年，Fulde从理论上预言超导体中如果库珀对的动量足够大就可以在超导能隙中产生准粒子，从而导致出一种特殊的“分段费米面” [Phys. Rev. 137, A783-A787 (1965)]。但由于普通超导体库珀对动量足够大时，产生准粒子的同时，库珀对也会破裂而失去超导，因此要观察到这个“分段费米面”实验上非常困难。这个预言虽然过去了50多年，一直没有被实验证实。

研究团队使用分子束外延技术在超导体NbSe₂表面精确的生长了4层厚的拓扑绝缘体Bi₂Te₃薄膜。在这个体系中，由于Bi₂Te₃表面态的费米速度很大，因此，当NbSe₂超导体中库珀对动量还很小时，Bi₂Te₃表面态中库珀对动量已经很大（见图1A）。这样，就可以用一个很小的水平磁场在NbSe₂表面上产生一个较小的超导电，但这时Bi₂Te₃表面态中库珀对动量已经足够产生准粒子，并导致分段费米面的出现，巧妙地解决了实验上的困难。他们使用配备了稀释制冷机和三维矢量强磁场的扫描隧道显微镜来开展研究，如图1所示，随着磁场增大，库珀对动量也在提高，超导能隙内准粒子越来越多，预示着超导体中分段费米面逐渐产生。

更进一步，团队成员利用准粒子干涉（QPI）技术，在实空间探测到了驻波（见图2A-C, G-I），通过傅里叶变换证实了在零能上费米面的产生。值得注意的是，该费米面是由非超导Bi₂Te₃费米面的一部分组成，而且其形状和取向可以由外加磁场的强度和方向决定，完全符合理论预言的超导体分段费米面的特征。

该工作创新性地利用拓扑绝缘体/超导体异质结的特殊性解决了实验中的困难，开辟了调控物态的新方法，首次在实验上观察到了50多年前理论预言的分段费米面，并发现可以用磁场方向和大小来调节这个费米面的形状和大小，还能调控拓扑性，构建新的拓扑超导。上海交通大学朱朕博士和美国麻省理工学院Papaj博士为本文的共同第一作者，上海交大郑浩教授、贾金锋教授和麻省理工学院傅亮教授为本文的共同通讯作者。本工作获得了科技部、基金委，中科院先导项目，上海市科委和博士后项目的资助。

编辑: wangyang 审核: 王阳

证件信息: 沪ICP备10219502号 (<https://beian.miit.gov.cn>)

 沪公网安备 31010102006630号 (<http://www.beian.gov.cn/portal/registerSystemInfo?recordcode=31010102006630>)

中国互联网举报中心 (<https://www.12377.cn/>)

Copyright © 2009-2022

上海科技报社版权所有

上海科荧多媒体发展有限公司技术支持



([//bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=5480BDAB3ADF3E3BE053012819ACCD59](http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=5480BDAB3ADF3E3BE053012819ACCD59))