



## 我国学者与海外合作者揭示铜基超导体高临界温度的物理起源

日期 2023-11-03 来源: 数理科学部 作者: 姜尚伟 郭尔佳 董旭 刘强 【大中小】 【打印】 【关闭】

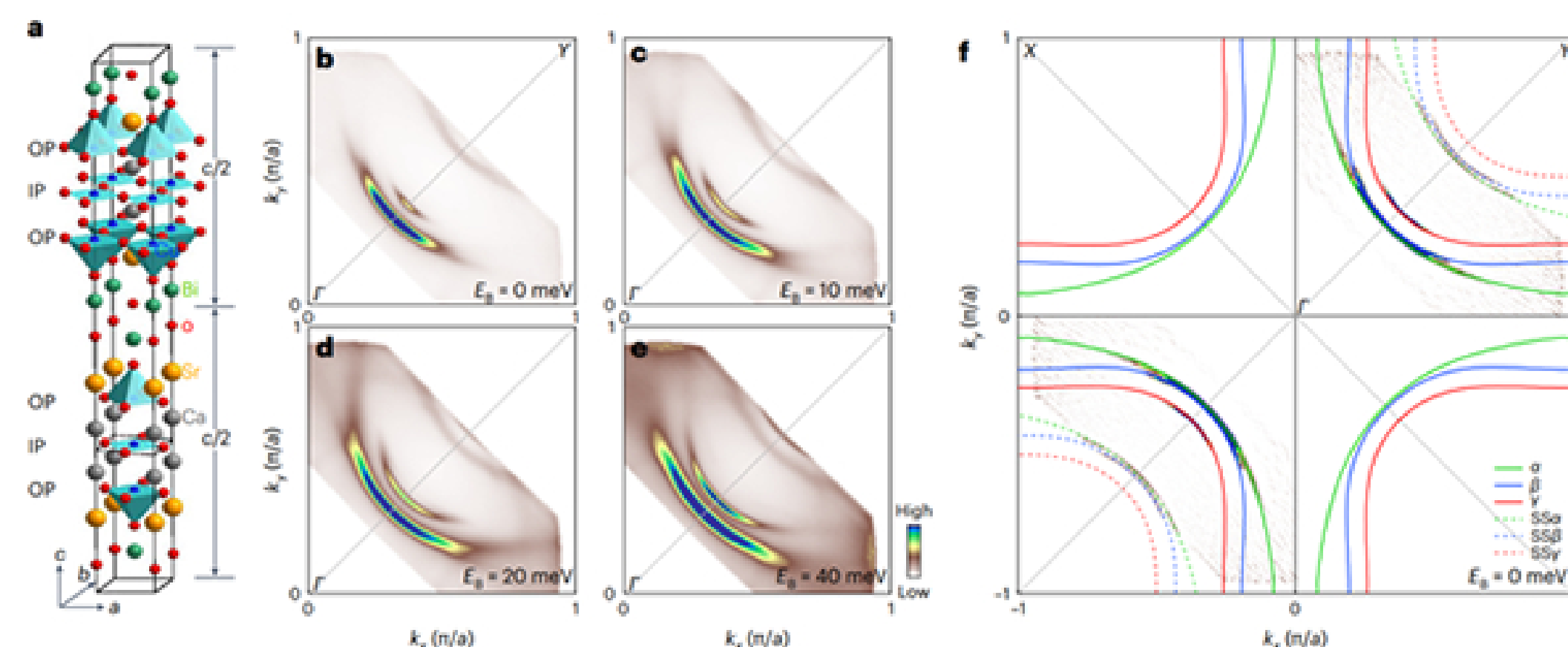


图 (a)  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+d}$ (Bi2223)的晶体结构; (b) - (e) 费米面的结合能分别为 0、10、20和40 meV 时的等能面; (f) 通过分析等能面拟合得到的Bi2223的费米面

在国家自然科学基金项目(批准号: 11888101, 11922414)等资助下,中国科学院物理研究所周兴江研究员和向涛院士团队以及德国马克斯普朗克研究所林成天教授团队合作,利用自主研制的深紫外激光角分辨光电子能谱对三层铜氧化物超导体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+d}$ (Bi2223)的电子结构进行深入研究,揭示其高临界温度的物理起源。研究成果以“三层铜氧化物高超超导临界温度的电子起源 (Electronic origin of high superconducting critical temperature in trilayer cuprates)”为题,于2023年9月14日发表在《自然·物理》(Nature Physics)杂志上。文章链接:<https://www.nature.com/articles/s41567-023-02206-0>。

自铜氧化物高温超导体发现以来,困扰科学家们的两个核心问题是:高温超导的机理是什么?如何提高超导转变温度?长期以来,科学家们已经知道铜氧化物高温超导体的母体是反铁磁莫特绝缘体,其高温超导电性与母体掺入的适量载流子密切相关。铜氧化物超导体的超导转变温度( $T_C$ )不仅取决于铜氧面 $\text{CuO}_2$ 的掺杂浓度,也强烈依赖于晶胞中 $\text{CuO}_2$ 面的层数( $n$ )。其中,三层铜氧化物超导体系( $n=3$ )的 $T_C$ 最高。此外,该体系还表现出不寻常的相图,其过掺杂区的 $T_C$ 与最佳掺杂时达到的最高 $T_C$ 几乎保持不变。该现象与单层或双层铜氧化物超导体中 $T_C$ 在过掺杂区域显著降低形成了鲜明对比。上述研究结果表明,除了掺杂浓度之外,可能存在其它关键因素决定着铜氧化物高温超导体的 $T_C$ 值。因此,揭示三层铜氧化物超导体中高 $T_C$ 及其在过掺杂区域 $T_C$ 维持不变的物理起源,尤其是直接观测其电子结构的演化规律,对于揭示高温超导机理具有重要意义。

本工作中,研究团队首次在过掺杂的Bi2223样品(其 $T_C = 108$  K)中观察到费米面三层劈裂,并可清晰地观测到三个主能带以及显著的选择性Bogoliubov能带杂化等现象。能带杂化强度随动量表现出奇特的依赖关系。同时,研究团队进一步对费米面的超导能隙进行详细测量,结果表明三个费米面对应的超导能隙显著不同。这些实验现象可以用包含层内与层间电子跃迁和配对等过程的三层相互作用模型很好地描述。通过实验结果与理论模型拟合,研究团队确定了三层模型中的各个微观参数,深入理解了各种层内和层间电子跃迁和配对的微观机制。

本工作为理解三层铜氧化物超导体电子结构以及其具有最高 $T_C$ 的物理起源提供了重要信息。该结果不仅验证了复合图像的普适性,合理解释了三层铜氧化物超导体中高 $T_C$ 和在过掺杂区域 $T_C$ 不变等物理现象,同时也为设计和发现更高 $T_C$ 的超导体提供了新途径。

机构概况: 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章制度 专家咨询 评审程序 资助格局 监督工作

政策法规: 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南: 项目指南

申请资助: 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播: 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务 优秀成果选编

国际合作: 通知公告 管理办法 协议介绍 进程简表

信息公开: 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开



相关链接

政府

新闻

科普

