

* 实验室通讯 *

中国科学院物理研究所超导国家重点实验室

为适应高温超导研究的迅速发展,国家计委于 1987 年批准在中国科学院物理研究所建立国家超导实验室,1988 年开始筹建,1991 年 4 月实验室通过验收,列入国家重点实验室系列,并正式向国内外开放. 1995 年 8 月通过第 1 次评估,获 B 类第 1 名,2000 年 5 月通过第 2 次评估,被评为优秀(A 类)国家重点实验室.

1 研究方向

本实验室的研究方向为超导体新材料,新合成工艺的探索和研究,高温超导体物理性质和与高温超导电性机理相关的实验及理论问题的研究,高温超导薄膜及器件的物理研究,同时开展和其他相关材料、相关物理问题的交叉学科的研究,解决超导应用中的关键技术问题,推动超导技术向产业部门转移.

2 研究项目

近 5 年来,实验室承担和正在承担的国家、部委项目共 49 项,其中国家攀登项目 8 项,八六三项目 6 项,国家自然科学基金项目 6 项,部委项目 7 项,国家重点基础研究发展规划项目 1 项,国际合作项目 8 项,凝聚态物理中心和创新工程北京物质科学基地项目 8 项. 横向协作项目 5 项. 我们将承担的项目任务和研究方向有机地结合,凭着很好的技术支撑系统,发挥整体优势,实验室研究工作一直处于凝聚态物理领域相关学科的前沿,在完成所承担的任务的同时,取得了以下多项重要研究成果.

我们利用实验室自己发展的高温高压技术研制出 T_c 达 115 K 的 $(Pr, Ca)Ba_2Cu_3O_7$ (“123”相)超导体,创造了这一超导体体系 T_c 的最高记录. 使多年来一直未解决的 Pr 抑制“123”相超导电性的机制问题有了突破的可能,同时为应用提供了一种新的可能的材料. 在 2000 年 2 月美国休斯敦召开的第 6 届超导材料和机理国际大会 ($M^2HTSCVI$) 上被承认是最近几年超导材料研究的主要进展之一. 几年来,合成了 60 余种新的化合物(包括新超导体),发展了新工艺,降低了材料成本,为探索新超导体和解决超导电性机理问题打开了新的思路和获得了新的信息. 同时,为多晶材料结构分析和数据处理开发出“PowderX”软件,该软件获得了国家计算机软件著作权登记证书,目前国内外共有三百多个实验室和研究组使用,获得广泛好评.

在与高温超导电性机理密切相关的超导体电子态本征非均匀性研究中取得重要的研究成果:在 La-214 相电子相和电子相分离的研究中,我们提出 Cu^{2+} 部分代替 Cu^{3+} 增强三维反铁磁关联和促进电子相分离(在极低掺杂情况,在反铁磁背景上有局部超导相存在)的设想,并得到实验证实,首次观测到与此相应的 CuO_2 平面外非公度调制的电荷有序态和铁磁关联的自旋有序态的共存. 揭示出了超导电性的发生和磁关联的内在联系;在特定载流子浓度下的电荷有序及氧分布;从磁化强度和电输运性质的研究得到 Tl-2212 系统的磁通动力学相图;为高温超导体的强电应用提供指导;发现了过掺杂超导体中有宏观相分离的证据,并据此提出了对电子

2001-02-16 收稿

态相图的新认识,这一发现将会促进高温超导机理模型的最终建立。

我们在国际上首次以单电子隧道测量确立了赝能隙的存在,在1997年国际超导大会反应热烈。赝能隙最早是从中子散射实验提出的,后用角分辨光电子谱确认。1999年在 *Reports on Progresses in Physics* 上评论为“这是最早用隧道方法获得的高温超导体的赝能隙的实验事实”。

由实验揭示出电子强关联体系高温超导体和超大磁电阻(CMR)材料均有掺杂导致自旋和电荷有序态存在的共性;首次在CMR材料(La,Ca)MnO₃薄膜中发现有序的自组织结构以及这种自组织结构对低磁场下磁电阻效应的增强。

这些具有国际水准的研究结果在 *Phys. Rev. Lett.* 发表9篇文章,并多次在国际会议做特邀报告。

在应用研究方面也取得了一系列重要进展和成果:

研制出高温超导体薄膜红外探测器,主要参数达国际水平,列阵中各探测元的性能一致性很好。

研制出低损耗 SrTiO₃ 介电薄膜,其低频损耗较其常规水平降低2~3个数量级,正切损耗为10⁻⁴量级,使其应用潜力大大提高。

研制的 dc SQUID 器件的磁场分辨率和噪声水平和国际上同类器件相当。

我们的 dc SQUID 涡流无损探测器具有高灵敏度、激励频率低的优点,在无磁屏蔽的环境下,探测深度达1cm(对铝合金)。

在铁电体和高温超导体异质结及其和半导体硅的集成中,研制出目前国际上最小的(6×10⁻⁶cm²)的铁电体门电极高温超导三端场效应器件构型。其意义不仅使门电极剩余极化强度达国际最好水平,还预示着其集成度具有大大提高的潜力。同时解决了铁电体和硅的集成长及界面问题,为发展钙钛矿结构氧化物功能材料和与半导体相结合的器件创造了条件。现在,部分器件方面的工作已具备转移技术的条件,一旦找到合适的产业部门和企业,这些应用研究成果就可以向其转移,产生经济效益。

5年来实验室获中国科学院科技进步奖一等奖3项,中国科学院自然科学奖二等奖1项,教育部科技进步奖1项,中国有色金属工业总公司科技进步奖二等奖1项,其他奖2项。授权发明专利3项,发表论文409篇,其中国际刊物论文233篇,国内刊物论文176篇,国际会议特邀报告28人次。

3 队伍建设和人才培养

现实验室主任由闻海虎研究员担任,中国科学院院士赵忠贤研究员担任学术委员会主任。

实验室现有固定人员29人,其中研究人员19人,技术人员10人。中国科学院院士2人,研究员10人,博士生导师6人,具博士学位青年骨干9人,研究队伍趋于年轻化。实验室从1995年以来特别注意增强了理论方面的研究力量。在读研究生约20人,在站博士后5~7人。实验室已成为一个研究思想活跃,以年轻学术带头人为主的、老中青三结合、富有实干精神的研究集体。目前,年轻人中有1人获中国科学院百人计划支持,1人获国家杰出青年基金支持,3人获国家教育部和中国科学院的留学择优经费支持,1人获中国科学院青年科学家二等奖,1人获中国科学院杰出青年,1人获得人事部和科协颁发的第7届全国青年科技奖。

5年来培养博士生25名,硕士生9名,博士后7名。3名博士生获中国科学院院长奖学

金,其中 1 名获院长奖学金特别奖,3 名博士生获中国科学院亿利达奖学金和伟华科技奖学金,1 名博士获亚太物理学会首届优秀青年物理学家奖,1 名博士生获 2000 年全国百篇优秀博士论文奖.

另一方面,实验室坚持开放,因而成为全国超导研究、人才培养和国内外学术交流的重要基地.在国家超导中心的指导和支持下,在依托单位中国科学院物理研究所的领导、全方位的支持和关心下,使我们有条件承担大型国际学术会议的组织任务,为组织第 5 届超导材料和机理国际大会(M^2HTSCV)和其他国内外学术会议做出了贡献.

实验室同美国、日本、比利时、瑞士、俄罗斯、德国、香港等国家和地区建立了学术和人员交流的实质性的合作.

4 目标

实验室将在上级主管部门的领导和支持下,全室人员共同努力,逐步将实验室建成为本领域在国际上有影响的,我国超导领域基础和应用基础研究的基地.通过研究实践培养出学术思想活跃,既遵从科学规律又实干的青年学术带头人和合格的研究生,为高温超导体在中国的产业化和国家超导事业的发展做出重要贡献.

(中国科学院物理研究所超导国家重点实验室供稿)