

* 科研组织介绍*

中国科学院物理研究所
超导国家重点实验室*

(北京 100080)

关键词 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。2000 年在国家计委和科技部验收中被评为优秀国家重点实验室。

研究方向 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研究, 高温超导薄膜及器件的物理研究及其它相关材料、相关物理问题的交叉学科研究, 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。

研究项目 近 5 年来, 实验室承担的国家级和部委级项目共 49 项, 其中“攀登”项目 8 项, “863”项目 6 项, 国家自然科学基金项目 6 项, 部委项目 7 项, “973”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。实验室将项目任务和研究方向有机结合, 凭借良好的技术支撑系统, 发挥整体优势, 研究工作一直处于凝聚态物理领域相关学科的前沿, 取得了多项重要研究成果。

研究成果及水平 实验室利用自己开发的高温高压技术, 研制出 T_c 达 115K 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。多年来悬而未决的 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六届超导材料和机理国际大会上被认为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思路, 获得了新信息。同时, 为多晶材料结构分析的数据处理开发出“Powder X”软件, 获得国家计算机软件著作权登记证书, 目前国内外共有 300 多个实验室和研究组使用, 获得广泛好评。

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研究方面, 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; 发现了过掺杂超导体中有宏观相分离

的证据,并据此提出对电子态相图的新认识,该发现将促进高温超导机理模型的最终建立。

在国际上首次以单电子隧道测量确立了赝能隙的存在,这项成果在 1997 年国际超导大会上引起热烈反响。1999 年 *Reports on Progresses in Physics* 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。

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与国际上同类器件相当。研制的 dc SQUID 涡流无损探测器灵敏度高、激励频率低,在无磁屏蔽环境下,探测深度达 1 厘米(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($6 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$)的铁电体门电极高温超导三端场效应器件构型。不仅使门电极剩余极化强度达国际最好水平,还预示着其集成度大有提高的潜力。同时,解决了铁电体和硅的集成生长及界面问题,为发展钙钛矿结构氧化物功能材料和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。

实验室 5 年来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,其它奖 2 项。授权发明专利 3 项。发表论文 409 篇,其中在国际刊物发表 233 篇;国际会议特邀报告 28 人次。

队伍建设和人才培养 现任实验室主任: 闻海虎研究员, 学术委员会主任: 赵忠贤院士。实验室现有固定人员 29 人(研究人员 19 人,技术人员 10 人)。其中,中国科学院院士 2 人,研究员 10 人,博士生导师 6 人,获博士学位青年骨干 9 人,在读研究生保持在 20 人左右,在站博士后 5—7 人。研究队伍趋于年轻化,已形成一个思想活跃,以年轻学术带头人为主、老中青结合、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 人获教育部和中国科学院留学择优经费支持,1 人获中国科学院青年科学家二等奖。

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 名博士生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。

实验室已成为全国超导研究、人才培养和国内外学术交流的重要基地,同美、日、俄、德、比利时、瑞士、香港等国家和地区建立了学术及人员交流的实质性合作,并曾承担第五届国际超导材料和机理大会的组织工作。

未来目标 实验室将逐步建成为本领域国际上有影响的和国内超导领域基础与应用基础研究的基地。培养学术思想活跃又遵从科学规律和实干的青年学术带头人与合格的研究生,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。

(徐晓平 供稿)