

大湾区显微科学与技术研究中心

Bay Area Center for Electron Microscopy

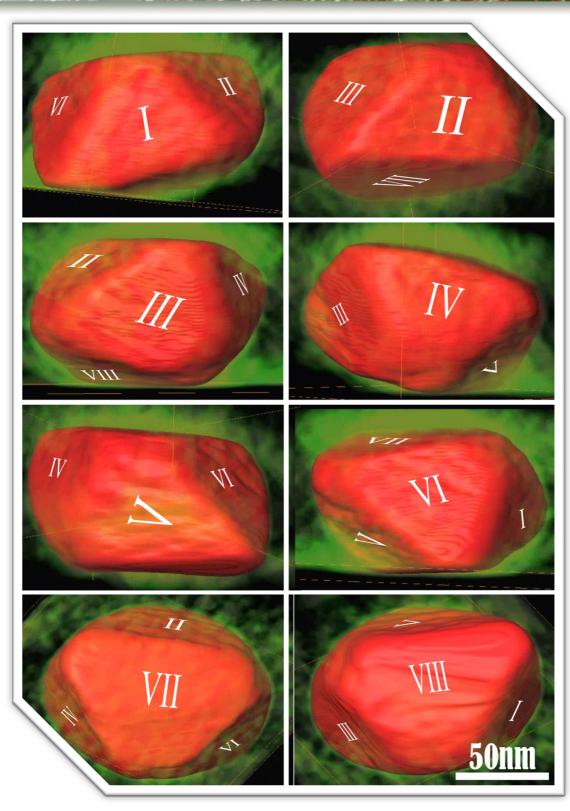
筒讯

第6期

松山湖材料实验室

广东省东莞介大朗镇屏东路333号

Email: bacem@sslab.org.cn



域溶解的氧化物纳米八面体致奥氏体不锈钡点蚀形核初期MnS

2023年4月1日

出版日期:

局导



九三学社东莞市委主委兰建锋带队看望马秀良研究员并进行座谈

2023年2月2日下午,九三学社东莞市委主委兰建锋带队来到大湾区电镜中心看望马秀良研究员。社东莞市委原主委、市政协副厅级干部吕兢,副主委黎小艳、鲁宇(专职),社市委委员王旭珍、王琦,以及松山湖基层委部分社员参加了活动。座谈期间,兰建锋主委仔细询问了马秀良研究员来莞工作及生活状况,并对其作为九三学社社员和科技创新领军人才扎根东莞发展,为东莞"科技创新+先进制造"所做出的工作表示赞赏。兰建锋主委还简要介绍了九三东莞市委会的发展历程,以及在社省委和中共东莞市委的领导下近年来在政治建设、组织建设、参政议政、民主监督、社会服务等方面取得的工作成绩,并希望马秀良研究员在工作之余多多关心和指导九三学社东莞市委

会各项工作。马秀良研究员对九三学社东莞市委一行来访表示非常高兴和热烈欢迎,并畅谈了来莞后的感受,对东莞市委市政府对他来莞后在工作和生活上的细致关怀印象深刻,为九三东莞在各方面取得的成绩和发展势头感到高兴。座谈会上,大家还就九三学社发展历程、国家科教兴国战略、粤港澳大湾区发展、东莞产业发展等方面进行了交流,现场气氛热烈。马秀良研究员希望东莞把高层次人才优势转化为高质量发展优势,实现人才培养、平台建设及科技创新等方面的深度融合和跨越式发展,并借助东莞良好的制造业基础,为新时代高质量发展做出更大的贡献。座谈会之前,兰建锋主委一行还参观了大湾区电镜中心,并对电镜中心在短时间内取得的成绩给予了高度评价。

显微科学与技术创新团队入选 2022 年度东莞市"巾帼文明岗"

为深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想和党的二十大精神,立足新发展阶段,贯彻新发展理念,充分发挥"巾帼文明岗"的示范引领作用,引导激励广大妇女立足本职、建工立业,2022年,市妇联围绕"巾帼心向党喜迎二十大"主题,开展巾帼文明岗创建活动。全市各岗组积极参与,立足岗位、展现巾帼风采,涌现出一批服务强、群众评价高、工作业绩突出的先进集体,引领广大专业女性立足岗位建新功。市妇联决定,命名53个单位为2022年度东莞市"巾帼文明岗",其中,松山

湖材料实验室"显微科学与技术创新团队"入选。

显微科学与技术创新团队是第一个入驻松山湖材料实验室新园区的团队。2021年11月15日,电镜中心设备正式开始进场安装,团队所有成员均到达电镜中心的施工现场并同步参与平台的建设工作。



朱银莲研究员(右三)代表显微科学与技术"巾帼文明岗"领受了牌匾

3月8日,"百花绽放新时代 巾帼奋进新征程" 东莞市各界妇女纪念"三八"国际妇女节暨 2023 最 美女性发布会在东莞市妇女儿童活动中心新址举 行。活动表彰了获得全国省市荣誉的巾帼典型。朱 银莲研究员等代表显微科学与技术"巾帼文明岗" 参加了上述活动。

马秀良应邀出任中科院物理所先进材料与结构分析实验室学委会委员

中科院物理所先进材料与结构分析实验室于 1996年在中国科学院北京电子显微镜开放实验室 与物理所三个相关课题小组的基础上正式成立。 实验室在深入开展电子显微学理论和实验方法研 究的基础上,注重其在凝聚态物理学、材料科学 及生命科学中的应用。在准晶、纳米材料和强关 联材料研究中,曾取得重要研究成果,荣获过 "第三世界科学院物理奖"、"何梁何利奖"等三十 余项国家及部委科技奖励。

近期,先进材料与结构分析实验室换届,由 苏东研究员担任新一届实验室主任,郭建刚研究 员担任实验室副主任。

由郭可信先生创建于1985年的中科院北京电子显微镜开放实验室曾位于中科院科学仪器厂院内(清华大学西南门蓝旗营)。该实验室在国内外享有极高的声誉,尤其是上世纪八十至九十年代郭先生将准晶的实验观察和理论诠释方面的研究推至国际前沿。曾任职于该实验室的张泽、俞大鹏、彭练矛分别于2001、2015、2019年当选为中科院院士。马秀良曾在1988—1994年间在该实验室完成了其博士论文的几乎全部实验工作。

中国电子显微学会常务理事会在昆明召开

2023年3月9—13日,中国电子显微学会第十一届常务理事会第二次扩大会议在昆明召开。电镜中心马秀良研究员和朱银莲研究员出席本次常务理事会。

会议总结了2022年度学会的主要工作,决定 2023年全国电子显微学学术年会仍旧在东莞举办, 并设分会场纪念郭可信先生诞辰100周年。2023年, 《电子显微学报》将出版两期专刊(第四、五期) 缅怀郭可信先生。

马秀良研究员在会上通报了2023年7月10-12 日将在沈阳举办第十四届郭可信电子显微学及晶 体学暑期学习班暨纪念郭可信先生诞辰100周年 学术研讨会的计划及会议初步筹备情况。





近日,中科院电镜技术联盟向大湾区电镜中心耿皖荣博士等院内共 11 人颁发了 2022 年度电镜技术优秀工作者证书和奖牌。该奖项的设立旨在进一步加强科学院内各研究所电镜技术的交流与发展,培养电镜技术青年人才,充分调动院内电镜技术相关人员的积极性和创造性,逐步推动电镜技术自主创新。

耿皖荣曾就读于中国科学技术大学材料学院 (中科院金属研究所), 2021 年获博士学位, 随后



到松料文镜事研后研出实湾中博究获京研标后研究

师昌绪奖学 金一等奖, 连续两年获 得研究生国 家奖学金。 目前主持国 家自然科学



基金青年科学基金项目 1 项、广东省自然科学基金-面上项目 1 项、广东省基础与应用基础研究基金区域联合基金-青年基金项目 1 项及中国博士后科学基金第 15 批特别资助(站中)1 项,累计科研经费及配套经费共 86 万元。相关研究成果发表在 Advanced Materials、Nano Letters、ACS Nano、Acta Materialia 等具有重要影响力的国际学术期刊上。博士后出站后,实验室评聘委员会顺利通过了其副研究员(二级)岗位答辩。她还被广东省科学技术协会推荐为第八届未来女科学家计划广东省候选人。

电镜中心青年学者在 2022 全国电镜年会上获优秀报告奖

2022 年全国电子显微学学术年会于 11 月 25—28 日在东莞市会展国际大酒店召开。韩梦娇副研究员在"结构材料及缺陷、界面、表面,相变与扩散"分会上作了题为"新型二维铁电材料 Bi₂TeO₅ 中插层诱导的铁电-反铁电相变"的学术报告,并获得分会优秀报告奖(报告中的相关内容于

荣誉证书

周志:
经组委会专家评议,您的报告在2022年全国电子显微学学术年会-结构材料及缺陷、界面、表面,相变与扩散分会场上,获得优秀报告奖。祝贺您的研究工作取得优秀成绩,并纪今后取得更大成果全国电子显微学报事辑部二〇二二年十一月出刊。

2022年10月6日发表在Nature Communications)。 魏欣欣博士在"先进显微分析技术在工业材料中的应用"分会上作了题为"金属钝化膜稳定性的像 差校正电子显微学研究"的学术报告,并获分会优 秀报告奖(报告中的相关内容于2022年2月7日 发表在Nature Communications)。





反铁电 PbZrO3 材料中发现亚铁电相

PbZrO₃一直被 认为是一种典型的 反铁电材料,但由 于制备和研究手段 的限制,学术界长 期对其反铁电电偶 极子的特性以及铁 电—反铁电相变过 程缺乏认识,尤其 对原子尺度结构特

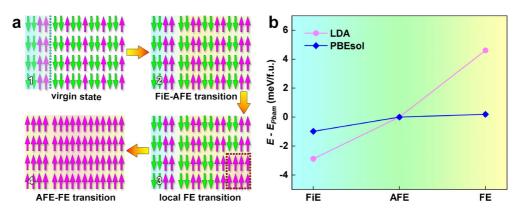


图 1: 亚铁电-反铁电-铁电相变过程示意图以及第一性原理计算结果

性的认识更为不足,严重阻碍了与之相关的新型高性能储能材料的设计和研发。近年来,随着研究尺度的深入和研究手段精密性的提高,人们陆续在 PbZrO3基的反铁电材料中发现了多种特殊非公度极化调制结构。近年来,最新理论预测表明,在 PbZrO3 中可能存在一个比反铁电态更稳定的亚铁电态,且该亚铁电态可能是尚未被人们认知的反铁电和铁电物相的重要中间相,认为该亚铁电相对认识反铁电材料的物理基础极为重要。这些研究表明,PbZrO3 中的电偶极子有可能与复杂的局

部环境耦合,产生重新排列进而诱导出新的极化 调制结构。

近日,博士生姜如建同学在朱银莲研究员和唐云龙研究员等人指导下,在PbZrO3薄膜中成功观测到一种新型亚铁电结构,并在原子尺度探索了相关的反铁电—铁电相变机理,发现亚铁电相在适当的外场作用下转变为反铁电相。2023年2月1日,《纳米快报》(Nano Letters)以"Atomic insight into the successive antiferroelectric-ferroelectric phase transition in antiferroelectric oxides"为题发表了该项研究成果。

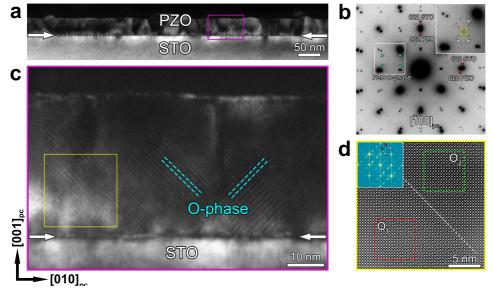


图 2: 外延 PbZrO3 薄膜的微观结构和相组成

他们首先利用精密脉冲激光沉积技术在 SrTiO3 衬底上实现了 PbZrO3薄膜高质量的外延生长;利用像差校正透射电子显微镜为主要研究手段,结合定量原子尺度极化分析,发现某些特殊 PbZrO3 相中相邻单胞 Pb²⁺位移并不简单地符合常规反铁电极化分布特征,而是同时表



现出角度和幅度的调制。他们首次在实验上观察到了一种新型周期性极化构型,其特点是内部电偶极子在调制上呈现出↑↑↓的周期性规律,与近期理论预测的稳定 PbZrO₃ 亚铁电相相吻合。此外,他们还研究了该薄膜中亚铁电相到反铁电相最后到铁电相的完整结构相变过程,确定了新发现的亚铁电相在该相变过程中起到了前驱体的作用。

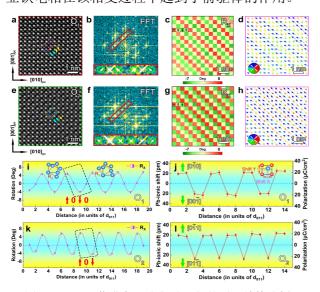


图 3: PbZrO3薄膜中两种类型 O 相的原子结构分析

该项工作是反铁电材料基本凝聚态物理属性的拓展,丰富了人们对反铁电材料极化结构及相变的认识,对于后续深入研究反铁电性的物理本质具有重要作用,有望进一步丰富铁性钙钛矿氧化物成员、激发更多针对新型亚铁电结构相关的材料和物理属性研究,促进未来多态存储以及能源领域的应用研究。

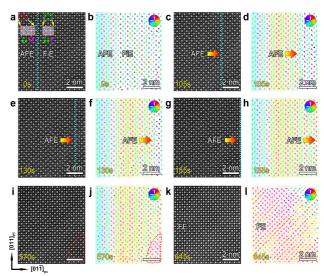


图 4: 电子束辐照下 PbZrO3 薄膜相界驱动的相变

实验发现一种新型立方钙钛矿高温铁磁体

过渡族金属氧化物因其强自旋轨道耦合效应、多态转变及丰富量子行为等特征在自旋电子学和拓扑电子学领域均备受关注,且基于低维磁性量子材料发展的自旋电子学逻辑和存储器件有望在性能上超越传统半导体器件,为信息科学的发展提供新的机遇。然而,已报道的钙钛矿铁磁体居里温度远低于室温,极大限制了其在实用型器件中的应用。因此,开发一类可在远高于室温环境下服役的铁磁材料对于推动这类功能材料的实际应用非常关键。

近日,电镜中心博士研究生刘嘉琦等人报道了一种 BaFeO₃,其居里温度可达 600 K。2023 年 1 月 18 日, Cell Reports Physical Science 期刊以 "Robust ferromagnetism in a cubic perovskite oxide with Curie temperature above 600 K"为题在线发表

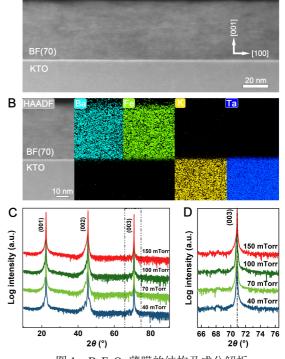


图 1: BaFeO3 薄膜的结构及成分解析



了该项研究成果。该项工作 采用脉冲激光沉积 (PLD) 为 生长手段,通过调控动力学 生长气氛,成功制备出铁磁 居里温度远高于室温的 BaFeO3 薄膜。结合高分辨 X 射线衍射 (XRD)、倒易空间 图谱(RSM)和像差校正电子 显微成像证实其为立方钙钛 矿结构(图1)。室温下的等 温磁化曲线表明, 该材料在 室温下表现出明显的铁磁行 为; 场冷(Field cooling)模式 下的磁矩—温度曲线显示该 材料的磁有序温度超过 600 K(图2),证实其远超室温的

自旋有序状态。进一步利用 X 射线磁圆二色谱 (XMCD) 结合电子能量损失谱 (EELS) 研究表明薄膜中的 Fe 离子是以三价四价共存的形式存在,并且强磁性来源于异价 Fe 离子的交换作用(图3、图4)。

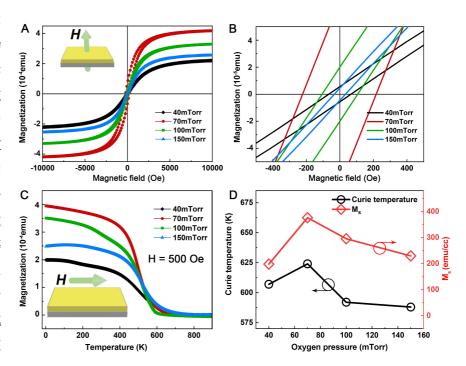


图 2: BaFeO3 薄膜的宏观磁性特征

该项研究通过改变氧空位从而调控了 BaFeO₃ 薄膜的长程自旋序,证实了其对构筑高温铁磁体 系的有效性,为基于原子尺度结构与缺陷的物性 调控提供了新思路,对设计研发新型高性能自旋 电子器件具有重要意义。

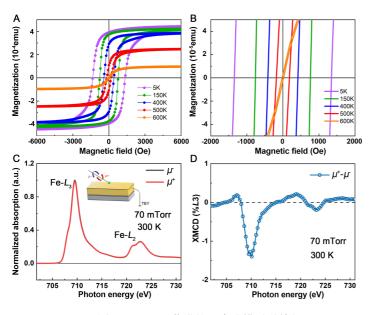


图 3: BaFeO3 薄膜的元素分辨磁学特征

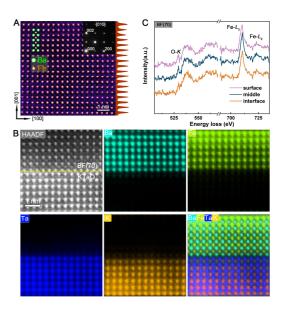


图 4: BaFeO₃ 薄膜的原子尺度结构及电子 能量损失谱



唐磊, 男, 副研究员, 1990年8月出生于陕西宝鸡, 2021年7月博士毕业于清华大学材料科学与工程专业。2021年7月-2022年12月在香港大学机械系进行博士后研究。2023年3月



加入松山湖材料实验室,主要从事二维半导体材料的可控生长及其在电子、光电器件方面的应用研究,迄今共发表学术论文 36 篇,其中第一作者(或并列第一作者)发表论文 13 篇,包括 ACS Nano、Advanced Functional Materials、Research、Materials Today Physics、Accounts of Materials Research、Carbon、National Science Open),论文引用>1600 余次,6 项二维材料制备相关中国发明专利,曾获清华之友-厦门"新鹭"英才奖学金,第五届石墨烯论坛国际学术会议最佳墙报奖,第三届清华大学-东京大学联合研讨会最佳墙报奖等。

吴楷,男,博士后,1993年8月出生于重庆市云阳县。 2015年毕业于北京科技大学材料物理专业,获学士学位。2018年毕业于钢铁研究总院材料科学与工程专业,获工学硕士学



位。2022年12月毕业于重庆大学材料科学与工程专业,获工学博士学位。2023年4月起,任职于松山湖材料实验室大湾区电镜中心,从事博士后研究。吴楷博士主要从事异质外延磁性薄膜的电子磁手性二向色性研究,目前以第一作者身份 Journal of Applied Physics、Journal of Iron and Steel Research 等期刊发表论文3篇,以合作者身份发表论文3篇。在学期间曾获得北京科技大学"优秀共青团干部"、钢铁研究总院"优秀研究生"、钢铁研究学报"2019年度优秀论文"、2021纳米金属与先进表征研讨会"口头报告一等奖"等。

封面图片:

不锈钢的表面因形成致密的氧化物薄膜而具有高抗腐蚀能力,得以广泛应用于现代工业领域以及日常生活。然而,在抗均匀腐蚀的同时,不锈钢的局部点状腐蚀(即"点蚀")却难以避免。点蚀的发生起始于材料表面,且经过形核与长大两个阶段,最终向材料表面以下的纵深方向迅速扩展。因此,点蚀破坏具有极大的隐蔽性和突发性。特别是在石油、化工、核电等领域,点蚀容易造成管壁穿孔,使大量油、气泄漏,甚至造成火灾、爆炸等灾难。尽管业已普遍认为,点蚀的发生起因于不锈钢中硫化锰(MnS)夹杂的局域溶解,但由于缺乏微小尺度的结构与成分信息,点蚀最初的形核位置被描述为"随机和不可预测的"。点蚀初始位置的"不明确"一直制约着人们对不锈钢点蚀机理的认识以及抗点蚀措施的改进。

马秀良研究员领导的团队利用高分辨率的透射电子显微技术,发现 MnS 夹杂中弥散分布着具有八面体结构的氧化物(MnCr₂O₄)纳米颗粒,这些纳米氧化物的存在相当于 MnS 中内在的微小"肿瘤"。在一定的介质条件下 MnS 的局域溶解正是起源于它与"肿瘤"之间的界面处,并由此逐步向材料体内扩展。研究还表明,氧化物纳米八面体使得 MnS 的局域溶解存在有速度上的差异。在此基础上,确定出那些具有强的活性、易使其周围 MnS 快速溶解的氧化物纳米八面体具有以金属离子作为其外表面的特征(类"恶性肿瘤");相反,较低活性的纳米八面体则以氧离子作为其外表面(类"良性肿瘤")。这一发现为揭示不锈钢点蚀初期 MnS 溶解的起始位置提供了直接的证据,使人们对不锈钢点蚀机理的认识从先前的微米尺度提升至原子尺度,为探索提高不锈钢抗点蚀能力的新途径提供了原子尺度的结构和成分信息 (Acta Materialia 2010)。

微米尺度的氧化物夹杂物会损伤钢铁材料的机械性能早已在工程上受到普遍关注,并在一定程度上得到了有效控制。上述研究表明,即使将氧化物的尺寸减小至纳米量级,它们仍可通过电化学途径损害材料结构。因此,小尺度氧化物夹杂在传统(或新型)金属材料中的形成与作用值得关注,这将对改进在一定介质条件下长期服役的金属材料和生物医用材料的使役行具有重要意义。