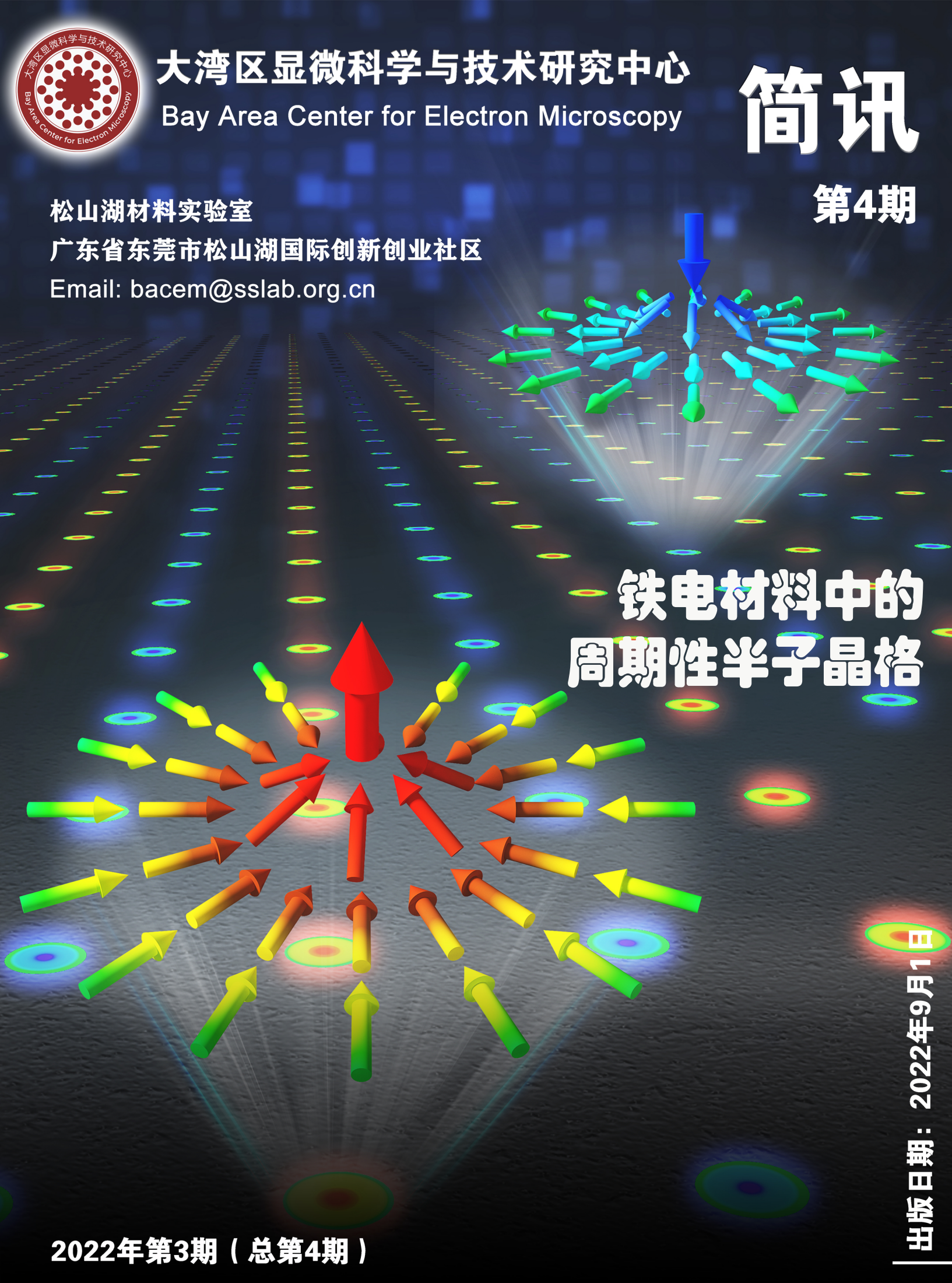
大湾区显微科学与技术研究中心
Bay Area Center for Electron Microscopy

简讯

第4期

松山湖材料实验室
广东省东莞市松山湖国际创新创业社区
Email: bacem@sslab.org.cn



铁电材料中的周期性半子晶格

2022年第3期（总第4期）

出版日期：2022年9月1日

朱银莲研究员应邀参加“530 东莞科技工作者盛典”

2022 年 5 月 30 日是第六个“全国科技工作者日”。19:30，由东莞市委宣传部、市科技局、市科协、团市委、市妇联联合主办的“530 东莞科技工作者盛典”在东莞广播电视台演播厅举行，为广大观众呈现了一场聚集科技工作者和科技人的艺术盛宴。电镜中心朱银莲研究员应邀参加了此次盛典。

王恩哥院士通过视频向“530 东莞科技工作者盛典”致辞祝贺

此次盛典以“立足‘双万’新起点、科创引领新未来"为主题，旨在大力弘扬新时代科学家精神，发挥科学家精神的铸魂育人作用，引领全市科技工作者见贤思齐，争当建功“十四五”的创新推动者和实践者。通过这项活动展现东莞科技创新最新成果和发展方向，推动“全民科技”，全市上下尊重人才、尊重科技工作者的良好氛围。以科技创新为最美，以人才榜样为骄傲，推动东莞经济社会发展迈向新起点，实现跨越式的变化，更快更深地融入粤港澳大湾区国际创新中心的建设。

朱银莲研究员和俞大鹏院士在“530 东莞科技工作者盛典”现场合影

松山湖材料实验室理事长、东莞发展战略院士咨询委员会委员王恩哥院士通过视频向“530 东莞科技工作者盛典”致辞祝贺。南方科技大学量子科学与工程研究院院长、东莞发展战略院士咨询委员会委员俞大鹏院士作为特邀嘉宾出席了盛典，并就东莞的科研环境做了发言，同时也对青年科技工作者寄予了厚望。俞大鹏院士曾于 2020 年 11 月应邀参加大湾区电镜中心项目启动仪式。

电镜中心启动高端仪器开放共享试运行

5 月 31 日，实验室行政例会通过了大湾区显微科学与技术研究中心开放指南及对外服务收费标准，同意开放试运行。

电镜中心目前已安装两台像差校正透射电子显微镜、两台高分辨场发射透射电子显微镜、场发射扫描电镜、聚焦离子束系统以及 X 射线衍射仪、原子力显微镜、磁控溅射系统、脉冲激光沉积系统以及透射电镜制样设备等十余台大型仪器设备。这些高端仪器设备的投入使用，在开展材料科学基础研究、发展显微学新技术新方法的同时，也将为本实验室中的其他团队以及周边高校、科研院所以及高新技术企业提供所需的测试服务，是一个开放共享的实验平台。

《电子显微学报》第八届编委会会议在成都召开

《电子显微学报》创刊于 1982 年，由中国科学技术协会主管、中国物理学会主办，是中国电子显微学领域唯一一份显微学学术刊物，反映中国电子显微学和新兴显微学的科学与技术成果，搭建国内外显微学者交流平台，为中国电子显微学和新兴显微学事业的发展做出了不可替代的重要贡献。历届《电子显微学报》编委是学报论文学术质量提高和学术方向发展的“领航员”，担负历史重任。经中国电子显微学会第十一届常务理事会会议讨论，成立了《电子显微学报》第八届编委会。

《电子显微学报》第八届编委会参会人员合影

2022 年 7 月 17—21 日，《电子显微学报》第八届编委会会议在四川成都召开，电镜中心马秀良研究员和朱银莲研究员作为新一届编委会成员参加了编委会会议。会议针对《电子显微学报》发展大计、提高学报论文质量、增加国际学术影响力、商定学报办刊新政策和新举措、推动《电子显微学报》的创新发展和与国际期刊的接轨等诸多方面进行了认真讨论。2022 年是学报前主编姚骏恩先生 90 华诞，也是学报资深编委陈德蕙先生 99 华诞，本次会议也商议了相关贺寿文集的出版事宜。

耿皖荣博士获中国博士后科学基金第 15 批特别资助（站中）

中国博士后科学基金特别资助是中国博士后科学基金会最高资助等级，旨在对取得自主创新研究成果和研究能力突出的博士后研究人员进行重点资助。博士后基金特别资助项目每年可申请一次，分为特别资助（站前）、特别资助（站中）两种类型。其中，特别资助（站中）为激励在站博士后研究人员增强创新能力，对表现优秀的博士后实施的资助。由专家会议评审确定资助对象，资助标准为自然科学18万元、社会科学15万元。

资助证书

中国科学院物理研究所 耿皖荣（全国博管会编号:283228）获得中国博士后科学基金第15批特别资助（站中）。资助编号:2022T150690。

特颁此证。

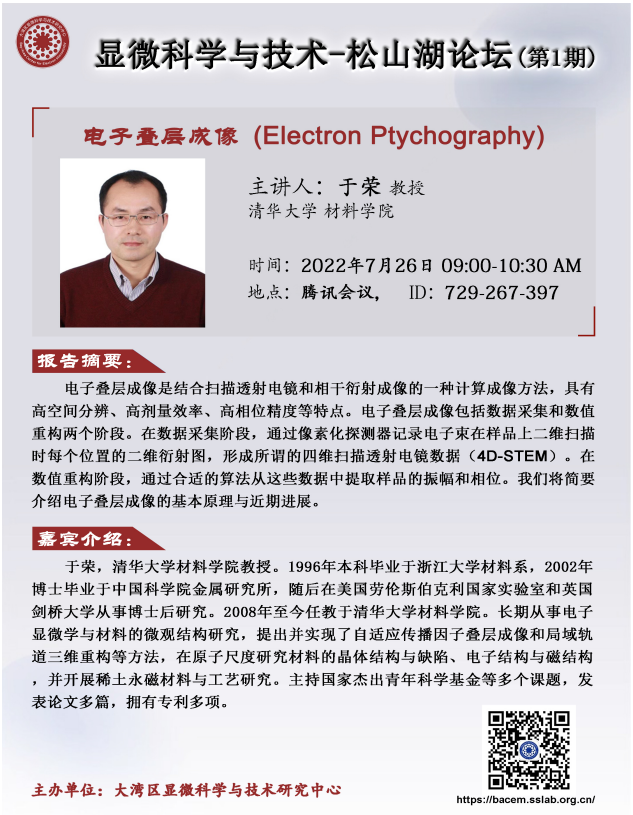
The certificate certifies its holder is awarded the fellowship of China Postdoctoral Science Foundation.

中国博士后科学基金会
2022 年 07 月 22 日

2022年7月22日，中国博士后科学基金会印发《关于公布2022年度中国博士后科学基金特别资助获资助人员名单的通知》，经专家评审和评审结果公示，确定对792人给予中国博士后科学基金第15批特别资助（站中），其中松山湖材料实验室大湾区电镜中心博士后耿皖荣名列其中。

显微科学与技术—松山湖论坛成功举办

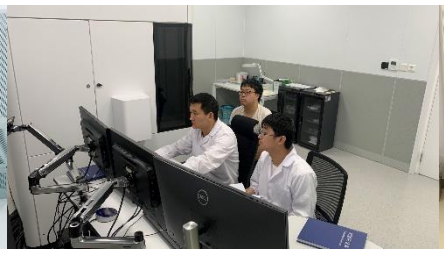
为加强学术与技术交流，大湾区电镜中心设立了“显微科学与技术—松山湖论坛”。该论坛旨在为广大青年学者提供学术与技术交流的新平台，目前论坛已进行了两期，分别邀请到清华大学于荣教授和浙江大学田鹤教授带来题为“电子叠层成像（Electron Ptychography）”和“电荷与自旋相关电子显微学成像方法的探索”的学术报告。

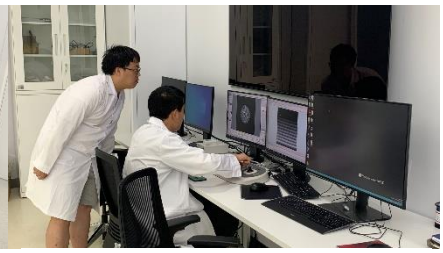


多家研究所和高等院校的研究生和本科生到电镜中心实习

2022 年 6 月 23 日—7 月 28 日，中国科学院金属研究所博士生宫风辉、吕晓东和清华大学本科生柳晨凯在松山湖材料实验室大湾区电镜中心进行了为期一个月的实习交流。本次实习，三人参加了大湾区电镜中心关于场发射高分辨透射电镜和双球差校正透射电镜的应用培训，对透射电镜的成像原理、基本构造和上机操作等方面有了深入的了解。实习期间，宫风辉和吕晓东利用电镜中心相关设备开展了钙钛矿功能氧化物铁电薄膜极化拓扑结构和界面缺陷相关的研究工作。

实习生同中心成员一同参加电镜培训


实习生在操作双束电镜


实习生在操作球差校正电镜

单相室温多铁材料中磁-电-光多重耦合研究取得重要进展

随着微电子与信息技术向大容量、低功耗、集成化、可调节方向发展，多序参量共存的多铁材料凭内部的磁电耦合效应有望解决自旋电子器件中高功耗和响应慢等应用问题。因此，构建新型磁电耦合方式对实现高密度、低能耗、高读写速率的器件具有重要意义，这也一直是材料科学以及凝聚态物理领域的热点之一。

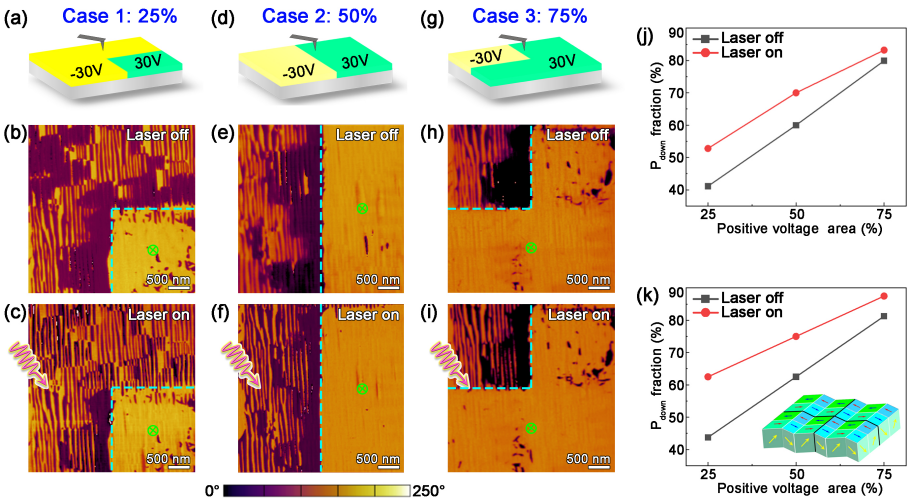


图 2：激光、电场对极化的调控行为

近日，松山湖材料实验室大湾区显微科学与技术研究中心的马秀良研究员、朱银莲研究员与耿皖荣博士及中国科学院金属研究所唐云龙研究员等人在室温单相多铁 $BiFeO_3$ 基薄膜中实现了磁-电-光多重耦合行为。2022 年 6 月 22 日，Advanced Materials 期刊以“Magneto–electric–optical coupling in multiferroic $BiFeO_3$-based films”为题在线发表了该项研究成果。

研究小组设计并利用脉冲激光沉积技术制备了多种 $BiFeO_3$ 基薄膜，通过压电力显微镜、磁力显微镜和球差校正透射电镜等多种技术的有机结合，研究了 $BiFeO_3$ 基薄膜中畴组态的外场响应行为。研究发现 405 nm 的激光激励会诱导薄膜中特定铁电分量的定向、可逆的铁弹翻转行为（如图 1），分析认为是光生电场和异质界面的对称性失配两方面协同作用的结果；另外，结合电场和激光两种激励可设计实现多种可逆的极化翻转途径（见图 2，图 3）。以上现象适用于不同应变态下、不同畴组态的 $BiFeO_3$ 基薄膜，如 $BiFe_{0.8}Co_{0.2}O_3$ 薄膜，其中铁电极化的翻转伴随着铁磁畴组态的显著变化（见图 4），进而在室温下成功在 $BiFeO_3$ 基薄膜中实现了磁-电-光耦合行为。该项工作提供了一种实现多场驱动的磁电耦合的方法，对设计实现新型高性能电子器件具有重要意义。

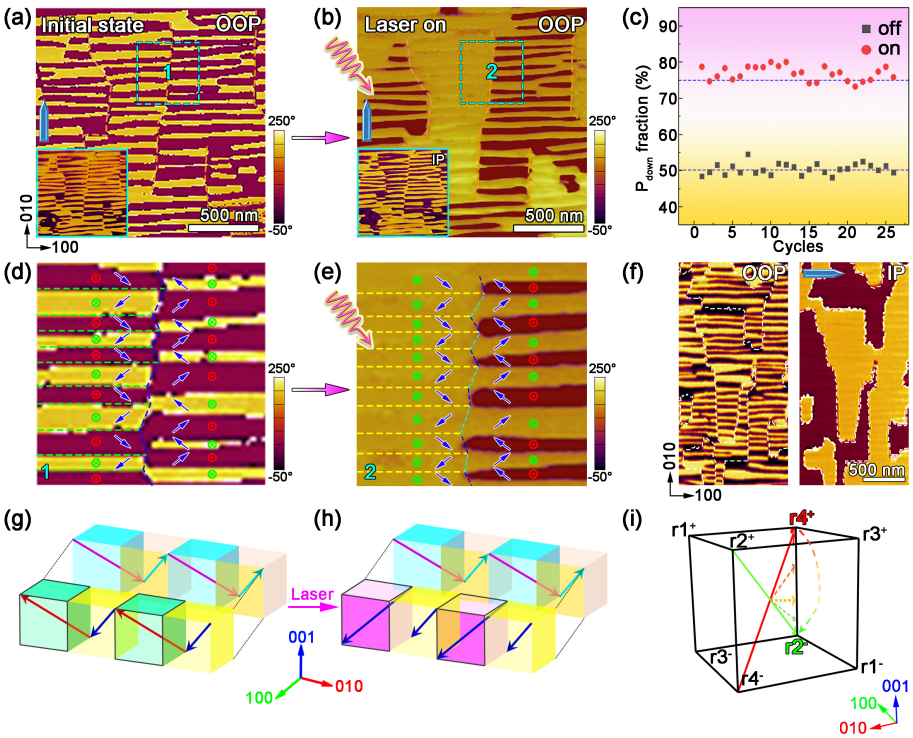


图 1：$BiFeO_3$ 薄膜中可逆的光致极化翻转行为

耿皖荣博士和唐云龙研究员为文章共同第一作者，松山湖材料实验室为第一单位及通讯作者单位。该研究成果得到了广东省基础与应用基础研究区域联合基金-青年基金、国家自然科学基金、中国科学院前沿科学重点研究项目等多个项目资助。

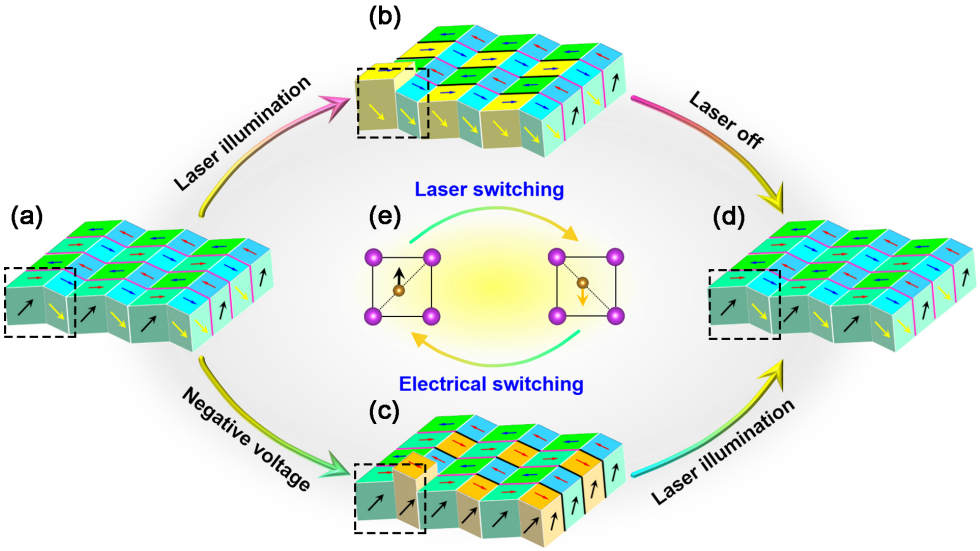


图 3：激光和电场共同作用下，$BiFeO_3$ 薄膜中可控的极化翻转途径

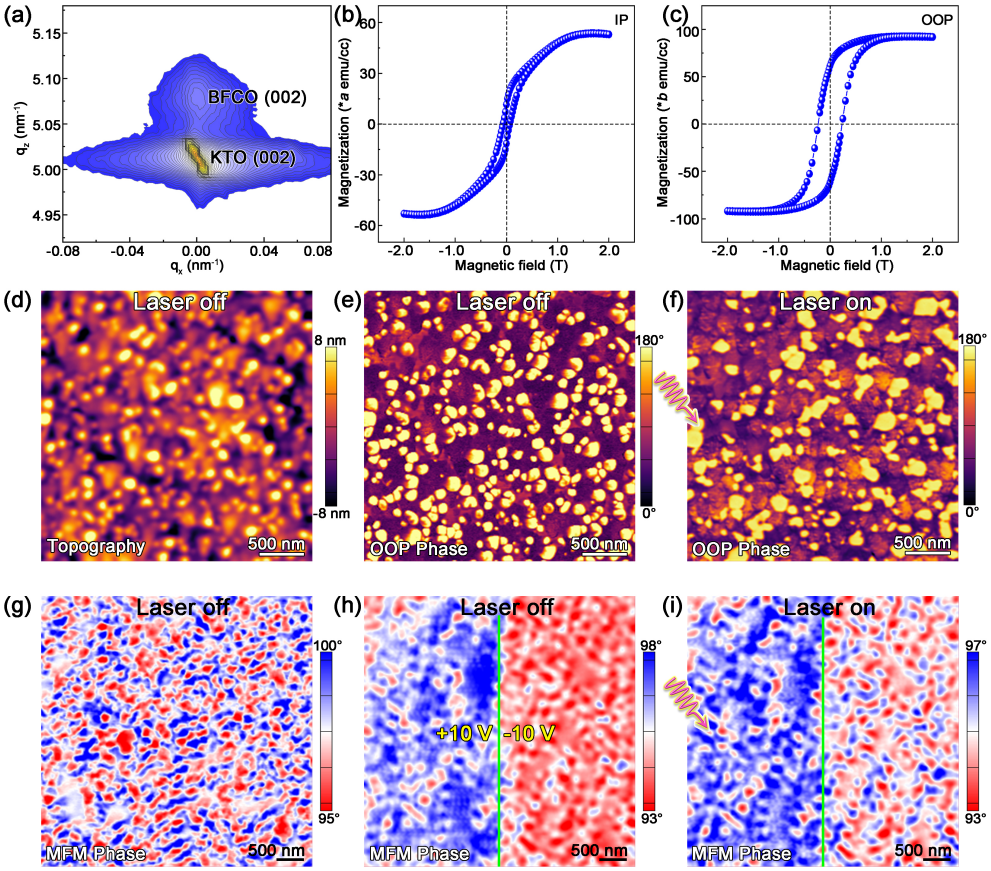


图 4： $BiFeO_3$ 基薄膜中的磁-电-光耦合现象

张波，女，研究员，1979 年出生于黑龙江省望奎县。2000 年毕业于沈阳工业学院，获学士学位。2007 年获中国科学院金属研究所材料学博士学位，先后任中国科学院金属研究所助理研究员（2007）、副研究员（2010）、项目研究员（2018）、研究员（2020），2022 年 7 月起就职于松山湖材料实验室。任中国腐蚀与防护学会电化学专业委员会委员。张波研究员致力于基于电子显微学解析的金属腐蚀基础科学问题研究，是国内最早开展透射电子显微学与腐蚀科学交叉研究的学者之一。研究方向一直秉承利用先进电子显微技术重新阐释腐蚀科学中经典问题的理念，形成了以像差校正透射电子显微术为特色研究方法，在原子尺度建立微观结构与宏观腐蚀之间内在联系的研究格局，在腐蚀领域中关于点蚀机制、钝化膜结构及稳定性研究等方面取得了多项具有重要国际影响力的研究结果。在 Nature Communications（2018，2022）、Corrosion Science、Electrochemistry Communications、Acta Materialia 等国际学术刊物上发表论文 47 篇。研究成果受到 Science 等具有重要影响力学术期刊的推介，获得授权专利 2 项，主持国家自然科学基金面上/青年项目 3 项。获中国科学院金属研究所“科技创新奖”（2018）、中国腐蚀与防护学会“杰出青年学术成就奖”（2019）等荣誉奖励。

邹俊杰，男，助理工程师，1997 年 1 月出生于广东省梅州市。2019 年毕业于燕山大学机械工程学院，获学士学位。同年，考入燕山大学机械工程学院，并于 2022 年获得工学硕士学位。2022 年 8 月入职松山湖材料实验室大湾区电镜中心。邹俊杰硕士主要从事钛合金热加工过程中显微组织演变研究，以共同作者或通讯作者身份在 Journal of Materials Science and Technology、Metallurgical and Materials Transactions A 等期刊发表论文 3 篇，曾获得燕山大学“三好学生”等荣誉。

封面图片：

铁电材料中的周期性半子晶格。半子是拓扑荷为±1/2 的非平面型拓扑畴结构，其核心的序参量与周围的相互垂直。它可以看做是拓扑斯格明子的一半，故而称之为半子。这些拓扑结构在信息输运和存储方面都有潜在的应用。在铁磁材料中，人们可以通过自旋交互作用得到半子和斯格明子。而人们尚不了解它们在铁电材料中的行为，甚至连铁电半子是否存在都还不清楚。

铁电材料周期性半子晶格的发现是现大湾区电镜中心团队在前期应变调控方法的基础上，通过像差校正电子显微成像并结合相场模拟，使得半子拓扑畴结构所特有的面外极化与面内极化一同在实空间呈现出来。他们在外延生长在 $SmScO_3$ 衬底上超薄 $PbTiO_3$ 薄膜（5nm）中不仅发现面内汇聚型和面内发散型半子，而且发现反半子结构，以及半子与反半子组合后发生湮灭所形成的拓扑荷为零的畴结构。通过对像差校正显微图像中离子位移的定量分析，发现半子和反半子按照一定的规律形成晶格(会聚型半子形成 8nm×8nm 的二维周期性正方晶格)。相场模拟表明形成半子晶格有利于降低体系的弹性能，从而使得包含半子晶格的模型比随机分布的半子模型能量更低。相关研究结果于 2020 年 8 月发表在 Nature Materials 上。

该项工作进一步完善了通过失配应变调控铁电材料拓扑畴结构的重要性和有效性，揭示了极化体系的电偶极子在一定条件下具有类似特殊凝聚结构的准粒子行为，对探索基于铁电材料的高密度非易失性信息存储器件具有重要意义。同时，新型铁电拓扑畴得以在实空间以直观的形式呈现，这表明具有亚埃尺度分辨能力的像差校正电子显微术以及在此基础上的定量分析是科学家认识物质结构和自然规律的有力手段。

博士后招聘信息

1、4D-STEM 技术与应用

探索构建基于先进高速直接电子探测器和/或大动态范围电子探测器的4D-STEM硬件软件实验平台；研究 4D-STEM 实验的数据采集、存储、传输和后续大数据处理新方法；基于 STEM 的多束全息成像及其在材料科学中的应用；基于 STEM 的材料结构与功能特性虚拟暗场成像方法探索及其在材料科学中的应用；4D-STEM 技术在材料极性分布特性与三维极性分布特性、新型极化拓扑结构以及新型能源材料等材料理化特性的高空间分辨率成像应用研究；4D-STEM 技术在材料腐蚀和微生物腐蚀机理的界面理化特性应用研究。

2、基于 STEM 的定量相衬分析应用研究

探索构建基于先进高速直接电子探测器和/或大动态范围电子探测器的 STEM 硬件软件实验平台；差分相位(DPC)成像实验技术与算法及其在提取材料理化特性中的应用研究；基于 DPC 成像方法的高空间分辨、高质量轻重原子成像与相关定量研究；STEM 层叠衍射重构成像的实验技术与算法研究(ptychography)；层叠衍射重构的低电子束剂量、高空间分辨率成像与算法研究；基于层叠衍射重构的电子束轨道角动量(OAM)与新型极化拓扑结构等材料理化特性的交互作用研究及其在材料电荷与电场分布特性研究中的应用；层叠衍射重构技术在材料腐蚀和微生物腐蚀机理的界面理化特性应用研究；差分相位和层叠衍射重构在新型能源材料等材料理化特性提取方面的应用研究。

3、基于高能量分辨 EELS 的局域电子结构解析

探索构建基于像差校正透射电镜平台的超高能量分辨率 EELS 硬件软件实验平台；超高能量分辨率 EELS 实验技术在纳米尺度材料中声子振动特性分布实验方法与应用研究；高能量分辨率 EELS 实验技术在腐蚀科学、新型能源材料及新型功能材料理化特性等领域的应用研究。

4、金属腐蚀过程的理论计算

基于理论计算，构建腐蚀环境作用下的电极反应模型，解析电极反应导致的材料基体、表面氧化膜及相关界面的结构演变，为相关实验研究提供理论支撑。

5、近使役条件下高温合金的构效关系研究

利用原位扫描电子显微镜和透射电子显微镜探索高温合金在近使役条件下的构效关系，解析高温合金在相关使役条件下的微结构演变规律及失效机制，微高性能高温金属结构材料的研发提供显微学基础。

应聘条件：

1、具有材料学、材料物理与化学、电化学、电子光学或应用物理等相关专业的博士学位；博士毕业不超过两年；

2、在国际学术刊物上发表过具有重要影响力的学术论文；

3、乐观向上、责任心强、具有团队合作意识；

4、具有较强的独立从事科研工作能力以及英语听说读写能力。

主　　编：马秀良

责任编辑：冯燕朋 耿皖荣 邹敏杰