

材料界面是材料组织的重要组成部分,对能量传递和物质输送起着十分重要的作用。近些年来,随着对半导体材料、纳米功能材料、环境及能源材料、认知及智能材料、复合及陶瓷材料、传统合金及高熵合金等材料研究得不断深入,材料界面的超微观组织、化学成分与物理化学性能之间关系和规律的科学问题以及界面形成过程中的热力学和动力学所对应的工程问题日益凸显。目前,基于球差校正电子显微学技术,以及光、热、电、力等外场作用下原位分析技术的发展,可实现对原子尺度下的材料合成、器件制备与加工、组织结构与成分的原位观察及对物理化学性质及性能的实时分析,对探索材料性能的界面微观结构起源发挥着至关重要的作用。

材料界面与表征分论坛侧记

文 / 陕西科技大学 郝晓东

“新材料国际发展趋势高层论坛”系列会议设立的“材料界面与表征分论坛”已经连续召开五届,已发展成我国材料界面与结构表征领域年度高级别、影响大的盛会。2020年11月1日,“第六届材料界面与表征论坛”在西安召开,这也是本论坛第三次在西安举办,凸显了西安相关研究机构在我国材料科学和电子显微学研究领域的重要地位,以及近年西安市政府引进人才的力度。本次分论坛由西安交通大学、北京工业大学、陕西科技大学、太原理工大学、中国科学院金属研究所、西安市科学技术局和《中国材料进展》杂志社共同承办,太原理工大学/陕西科技大学的许并社教授、西安交通大学单智伟教授、北京工业大学隋曼龄教授、中国科学院金属研究所马秀良教授、太原理工大学郭俊杰教授担任分会秘书长。分论坛邀请了13位国内电子显微学领域的权威专家、优秀青年人才和捷欧路(北京)科贸有限公司的工程师作了本领域最前沿的学术报告,专家及同行之间进行了深入有效的切磋交流。

精彩报告



许并社 教授

太原理工大学/陕西科技大学许并社教授采用现代高分辨电子显微镜等先进测试手段,持续研究了纳米复合功能材料界面接合及其团聚规律,提出“界面原子团流动接合”新理论,规模化生产了纳米复合功能材料及其产品。还介绍了对

GaAs、GaN基外延材料和芯片中的界面结构与性能之间关系规律的研究成果,提出了通过界面成分和界面结构优化调控晶体质量和性能的新思想,他带领团队发明并生产了高功率GaAs基半导体激光器和高光效GaN基发光二极管外延材料、芯片及其器件。



隋曼龄 教授

北京工业大学隋曼龄教授在报告中指出,虽然钙钛矿太阳能电池的光电转换效率已超过25%,但其稳定性较差,容易受到环境中氧气、水分、温度甚至光照的影响,这严重制约了其大规模推广与应用。他们近年研究了光照、温度、湿度对Au/Spiro-OMeTAD/MAPbI₃/SnO₂/ITO玻璃基钙钛矿太阳能电池性能衰退的影响规律以及各层的微观结构演化特征,发现的微观材料行为加深了人们对钙钛矿太阳能电池器件失效机理的认识,为设计高效稳定的钙钛矿太阳能电池提供了重要的参考。



铁电极性拓扑结构的形成是体系中静电能、弹性能和梯度能之间在微小差别内相互竞争平衡的结果,如何实现局域外场对微区结构的调控以及相变过程的精细表征是一个很大的挑战。**中国科学院物理研究所白雪冬研究员**研制成功了具有原子级分辨率的原位综合物性测量与调控装置,与合作者研究了 $\text{PbTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ 超晶格中极性拓扑畴结构在外场下的动力学过程,利用原位电镜电、力局域场方法实现了对单个极性通量闭合畴和涡旋畴的操控。

清华大学张跃钢教授报告了利用自主研发的原位液体电化学芯片,对电极材料及其界面在真实电化学反应过程中的实时电子显微镜观测和同步辐射X射线能谱测量,得到的结果有利于从微观角度理解物质和能量传输机制及其与电解液等环境因素的关联,为设计具有更高能量密度的二次电池提供了依据。

武汉大学王建波教授报告了结合(球差校正)透射电子显微技术与第一性原理计算等,针对信息科学技术中新一代微纳器件领域的关键材料(例如 InAs 、 ZnO 、 CuO 等)及问题开展的深入研究,表征了材料界面处原子结构及分布,并基于此探索结构与电学性质的关联;通过模拟实际工作环境,研究了纳米材料在外场(应力、热、电场等)作用下的动态结构演变。



白雪冬 研究员



张跃钢 教授



王建波 教授

中国科学院物理研究所谷林研究员在报告中首先阐述了功能材料的功能性起源于由向量内积过程所描述的局域对称性以及由向量外积过程所描述的场,指出皮米尺度下单电子过程中对局域对称性的精确表征需求极大地促进了球差校正电子显微方法的发展。报告介绍了他们从球差校正电子显微方法入手,研究内积过程中对称性破缺下功能材料的精细结构与发现的新奇物性。



谷林 研究员

浙江大学王勇教授近年利用环境透射电子显微学技术在原子分辨率下探究高温/大气压等实际环境下纳米材料界面精细结构的演变及其对物理化学性能的影响,分享了课题组利用环境透射电镜在低气压下及gas cell系统对大气压下纳米催化材料动态行为的原子级别原位研究工作。



王勇 教授

东南大学孙立涛教授指出目前市场上所有防护口罩因静电遇水汽会很快消失,致使其真正有效防护时间只有1~2h,他们课题组利用具有超大比表面积的石墨烯对 $\text{PM}_{2.5}$ 以下的微小颗粒物进行吸附,研发了石墨烯基口罩,并已于2016年底实现首批生产,2020年春节前发往了武汉40多万只。报告介绍了石墨烯基口罩的防护机理研究。



孙立涛 教授

浙江大学余倩教授借助原位以及多尺度的电镜表征技术,解析了多种通过位错调控实现材料强韧化的机制。并报告了他们运用先进透射电子显微镜对钛合金、镁合金、钢以及高熵合金中合金成分分布的表征及其对缺陷行为的影响的研究,并定量表征了其力学性能的贡献。



余倩 教授



分论坛秘书长单智伟教授总结发言:本次“材料界面与表征论坛”邀请了14位领域内专家,特别感谢许并社教授、隋曼龄教授、白雪冬研究员、张跃钢教授几位大专家以及很多后起之秀。报告集中在功能材料、能源材料、金属材料界面研究以及球差校正电子显微学 and 原位电镜表征技术方面,大家的讨论很积极,会场气氛热烈。今年的“新冠”疫情给组织会议和参加会议都带来了前所未有的难度,在此我对参会的所有专家和学生表示衷心的感谢。希望更多的年轻专家参与该系列论坛,希望分会不断丰富与扩大!