

## 材料界面与表征分论坛侧记

文 / 陕西科技大学 郝晓东

伴随着材料前沿科学技术的不断发展和表征手段的日益革新,材料界面构筑和原子尺度的结构研究成为了探究材料真实结构和作用机制,而后进一步改善材料构效关系的关键。目前,在半导体材料、纳米功能材料、环境与能源材料、认知及智能材料等领域,材料界面因其独特的结构和可控的成分设计,在改善物理化学性能、调控应力应变、增加服役寿命等方面起到了重要作用。因此,在超微观尺度下表征材料界面原子排列、化学组成、结构变化等,对解释材料的构效关系至关重要。像差校正电子显微术和原位电镜技术,可以从分子、原子尺度上研究材料界面的超微观组织结构及元素分布,对揭示材料结构和性能变化规律至关重要。

“材料界面与表征论坛”作为“新材料国际发展趋势高层论坛(IFAM)”设立的分会重要活动之一,已经召开六届,已然成为我国材料界面与结构表征领域的高级别、高水平的盛会。2021年高层论坛于10月16日~18日在浙江宁波举行,本次分论坛由太原理工大学、浙江大学、西安交通大学、陕西科技大学、北京工业大学、中国科学院金属研究所、《中国材料进展》杂志社等多家单位合作承办。许并社教授、韩晓东教授、单智伟教授、马秀良教授、隋曼龄教授、王勇教授担任分会主席,余倩教授和郭俊杰教授担任分会秘书长。分论坛邀请了17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分享了团队最新成果及本领域最新前沿。

**分论坛主席隋曼龄教授**总结发言:本次(第七届)“材料界面与表征分论坛”邀请了17位报告专家,特别感谢赵德刚研究员、白雪冬教授等十几位专家的精彩报告。论坛集中在功能材料、能源材料、金属材料以及球差校正电子显微学和原位电镜表征技术,大家讨论很积极,对推动学科发展有积极的作用。今年分论坛还特别邀请到了半导体材料方向的专家学者一起交流学习,希望以后能够加强和GaN半导体器件领域的合作,同时,希望更多的年轻专家参与,分会不断丰富与扩大!

### 精彩报告



赵德刚 研究员



隋曼龄 教授



白雪冬 研究员



谷林 研究员



陈春林 教授



王勇 教授

**中国科学院半导体研究所赵德刚研究员**深入研究了缓冲层原理,提出了独特的MOCVD外延方法,生长出高质量的GaN材料;发现并抑制了碳杂质对p-GaN材料的补偿效应。同时,利用重掺杂盖层实现了良好的欧姆接触特性,揭示了碳杂质对器件的影响机理;掌握了InGaN量子阱界面控制方法,生长出高质量的InGaN量子阱材料;提出了降低吸收损耗、抑制电子泄漏的多种激光器新结构。

**北京工业大学隋曼龄教授**以ZIF-67为模型材料,运用原位加热结合三维重构,研究了温度在热解不同阶段中对微结构演化的作用。自主搭建气相、液相环境透射电镜样品杆,引入光照电场耦合以及光照热场耦合的外场环境,并在纳米及原子尺度下原位研究两步法下PbI<sub>2</sub>向钙钛矿MAPbI<sub>3</sub>的相变过程以及形貌控制机理。

**中国科学院物理研究所白雪冬研究员**通过研制透射电镜中的扫描探针技术,结合原位透射电子显微学方法和技术,实时成像动态物理/化学现象的原子过程,实现了材料结构-性质关系的原子尺度表征与调控。介绍了利用该技术在功能氧化物材料的氧扩散动力学、铁电极性拓扑结构调控、晶体成核生长及结构相变机理研究方面取得的前沿成果。

**中国科学院物理研究所谷林研究员**从球差校正电子显微方法入手,讨论内积过程中对称性破缺下功能材料的精细结构与新奇物性,揭示了功能材料的功能性起源。

**中国科学院金属研究所陈春林教授**利用透射电子显微学和第一性原理计算相结合的方法研究了在Nb-SrTiO<sub>3</sub>上外延生长的Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的贯穿位错的原子与电子结构,并利用导电原子力显微镜测量了单个位错的电学性能,得出Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>贯穿位错与Nb-SrTiO<sub>3</sub>构成了肖特基结,呈现出单向导电的特征。

**浙江大学王勇教授**将气氛等环境因素引入电子显微镜中,在原子分辨率下探究高温/大气压等实际环境下催化材料表界面精细结构的演变及其对物理化学性能的影响,为高性能催化材料的设计与可控制备及其在实际环境中的应用提供可靠的科学依据和创新思路。

**中南大学江勇教授**从介绍世界上第一个界面相图的研究经历开始,讲述界面相图的第一性原理计算热力学基础概念、计算构建方法、作用和意义,并分享了界面相图在高强铝合金析出相研究中的最新应用案例。

**中国科学院物理研究所苏东研究员**利用原位电子显微学方法,研究了锂离子电池电极材料中的结构和电化学性能的关系,发展了明场扫描透射电镜方法观察应力相关衬度的技术,揭示了嵌入反应和转化反应竞争的反应动力学,及与性能的关系。

**浙江大学余倩研究员**借助于原位以及多尺度的电镜表征技术,系统研究了钛合金、镁合金、钢以及高熵合金中合金成分及分布对位错等缺陷行为的影响,并定量表征了其力学性能的贡献。

**厦门大学廖洪钢教授**使用微纳加工制备的原位芯片,实现高分辨率地实时原位观察多种纳米晶体在溶液中的成核生长及形貌演变过程,另外通过配套系统还引入了光、电、热、力等外场。通过对液体池芯片中封存的电解质液体施加电位,高分辨率地实时观察了溶液多种电化学动态过程,包括电催化、储能过程等。

**浙江大学王江伟研究员**介绍了在纳米李晶塑性变形机制方面的研究进展,包括:利用纳米李晶金属的本征塑性变形呈现出显著的各向异性,改变加载方向,使塑性变形由李晶界滑移转变为李晶界开裂;位错-李晶界的交互作用机制受到李晶尺寸的显著影响,随李晶厚度减小,位错滑移穿越纳米李晶逐渐由{111}面滑移转变为{001}面滑移。纳米李晶变形行为在多重李晶的形成、演变和李晶纳米线的韧脆转变中发挥着重要作用。

**吉林大学张伟教授**在原子尺度下表征描述了过渡族金属氧化物(TMOs)电极材料相变(转化反应)机制及其如何决定电极材料的电化学行为,实现了通过转化反应和无扩散相变实现TMOS电极材料的体相利用和高的循环稳定性。

高功率半导体激光器在工业先进制造、科学研究与国防等方面有重要应用。**陕西科技大学仇伯仓教授**报告了采用双结型结构,获得了波长为940nm的巴条芯片,输出功率接近2000W(QCW测试),为目前国际上报道的最高功率。



江勇 教授



苏东 研究员



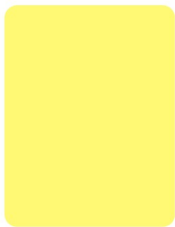
余倩 研究员



廖洪钢 教授



王江伟 研究员



张伟 教授



仇伯仓 教授



2021 IFAM

主持人