

# INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

## 聚焦材料 明察秋毫

### ——材料界面、微纳论坛侧记

文/太原理工大学 郭俊杰 章海霞

“2017新材料国际发展趋势高层论坛——材料界面、微纳论坛”于2017年11月12日在西安临潼悦椿温泉酒店举行。本次论坛由中国工程院化工、冶金与材料工程学部、中国材料研究学会、中国电子显微镜学会、材料学术联盟主办，太原理工大学新材料界面科学与工程教育部重点实验室、陕西科技大学材料原子·分子科学研究所、西安交通大学微纳尺度材料行为研究中心等单位承办。分论坛邀请到清华大学朱静院士、清华大学于荣教授、太原理工大学许并社教授、清华大学张跃钢教授、太原理工大学郭俊杰教授、中国科学院物理研究所谷林研究员等20位国内外电子显微学领域的专家做了本领域最前沿的精彩学术报告。

本次论坛的邀请报告涉及到电子显微镜在金属材料、陶瓷材料、铁电材料、新型能源材料等材料研究领域最前沿的应用，随着材料科学向纳米结构尺度的发展，材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微观结构。而球差校正电子显微术，热、电、力等外场作用下原位分析电子显微术是近年来材料超微观结构研究的研究热点，可以从原子尺度上实时观察和记录材料超微观结构与性能的关系，对于探索材料性能的超微观结构起源发挥着至关重要的作用。

#### 叶恒强院士点评：

建议将“材料界面、微纳论坛”更名为“材料的组织结构和性能的先进变形显微学论坛”，这样更具含义。同时回顾了中国电镜的发展历史，并对国内电镜装备严重滞后的现状表示不甘，国内已经有机构开始着手电镜装备的开发，他殷切地希望在新的时代下能够实现我们的电镜中国梦。



清华大学朱静院士作了题为“单晶高温合金蠕变过程中界面位错和合金元素的交互作用”的报告。



清华大学张跃钢教授自主研发了适用于原位扫描电子显微镜（SEM）表征的液体电化学芯片，并利用这些芯片实时观察了锂负极材料在电化学反应过程中的形貌变化及其与电解液组分的关系。深入研究了金属锂在实际电解液中的电化学溶解和沉积机制，探索了能够有效抑制锂枝晶生长的条件。

清华大学于荣教授通过原位还原反应发现刚玉与金红石这两类看似差别显著的结构之间可以通过拓扑定向反应互相转化，并形成完美的共格界面。通过薄膜生长制备了多种刚玉结构氧化物与金红石结构氧化物的异质结，并结合像差校正电镜与第一性原理计算揭示了界面的原子构型、电子结构与磁性，以及阳离子间隙在界面附近的稳定构型及其在拓扑定向反应中的行为。



中国科学院金属研究所杜奎研究员利用原位电镜实验结合像差校正高分辨成像，对Ti2448合金在形变过程中的微观结构演化进行了研究，揭示了Ti2448合金微观形变机制随着应力的增加以马氏体相变、{112}β李晶和滑移带的顺序依次进行，合金相应出现应力平台、加工硬化及颈缩。



中国科学院金属研究所陈春林研究员以金刚石/立方氮化硼异质界面及四氧化三铁反相畴界为研究对象，综合运用像差校正电子显微学成像与分析技术、差分相衬成像技术（DPC）及第一性原理理论计算等先进研究方法，发现了金刚石/立方氮化硼异质界面晶格失配的新型弛豫机制，并在原子尺度上分析了其界面结构与电学性能之间的关系。

北京大学高鹏副教授介绍了在铁电薄膜中界面和表面的结构弛豫屏蔽机理的研究。太原理工大学/陕西科技大学许并社教授介绍了新型能源材料电子显微学研究。清华大学张文征教授通过实时透射电镜观察和分子动力学模拟研究了FCC/BCC界面的迁移。实验和模拟结果有助于对相变过程和沉淀相表面浮凸的定量理解。中国科学院物理研究所谷林研究员介绍了对称性破缺下的结构与电子结构的相关研究。西安交通大学米少波教授简要介绍了基于像差校正电镜的几种常用的成像技术并应用这些成像技术对无铅压电薄膜 $0.95(\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5})\text{TiO}_3-0.05\text{BaTiO}_3$ （NBT-BT）和铁电薄膜 $\text{Pb}(\text{Ti}, \text{Zr})\text{O}_3$ （PZT）中的缺陷，异质界面和畴结构进行原子尺度的显微表征。中国科学院金属研究所杨志卿研究员介绍到镁锌二元金属间化合物 $\text{Mg}_{21}\text{Zn}_{25}$ 中存在两类复杂的{1120}畴界。通过亚埃Z衬度成像观察到相邻畴通过彼此的 $\text{MgZn}_2$  Laves柱连接，显示原子局域拓扑密堆在畴界形成过程中发挥了重要作用。北京工业大学卢岳博士通过电子束辐照氧化物表面产生氧空位，可以调控氧化物在水中的溶解动力学行为。在氧化物可控性快速溶解基础上，发展出一种水环境下电子束刻蚀印刷氧化物半导体的方法。陕西科技大学苏庆梅教授介绍了团队在电化学储能材料的原位电子显微学方面的研究工作。浙江大学王勇教授介绍了环境下材料表面结构的动态行为。

赛默飞世尔科技（中国）有限公司杨光博士结合Themis Z电镜获得的图像及实例展示了新型探测器在各种材料微观结构表征的功能。

捷欧路（北京）科贸有限公司胡晋生博士介绍了日本电子近年来的代表产品，Grand ARM球差透射电镜和F2场发射透射电镜。

徕卡显微吴长江工程师展示了徕卡电镜制样方案在材料科学领域的诸多应用实例。

DENSolutions公司徐强博士介绍了工作状态下Cu，Ni，Ir-CeO<sub>2</sub>等一系列纳米催化剂的实时原位电子显微学表征的最新结果。



2017 IFAM