



Ref. 1. Sato and Battifoff, *Interfaces in Crystalline Materials*, Clarendon Press (1996)
2. 许并社、徐惠彬,《材料界面科学与技术》,科学出版社,(1999)
3. 许并社、世界微米学会,《材料界面的物理与化学》,化学工业出版社(2006)

材料界面是材料组织的重要组成部分，对能量传递与物质传输起着重要作用，直接影响着材料的应用范围。随着当今材料科学向纳米尺度等低维领域发展，材料的宏观性能越来越依赖于原子尺度的超微观结构，尤其与表面、界面的性质休戚相关。研究材料界面、超微观结构与成分之间关键规律的重要性也日益凸显。在球差校正电子显微束、热电功率等外场作用下的原位分析、电子显微束和原子尺度加工技术，在材料超微观研究中占有重要地位，也是研究近代功能材料、智能材料、生物材料等新材料的关键技术。

材料界面的电子显微学研究 未来新材料发展的关键



材料界面与表征主题由周廉院士（左一）和徐惠彬院士（右一）主持。西安交通大学贾春林教授（左二）作了题为“High-Resolution Transmission Electron Microscopy of Interfaces in Oxides”的报告、太原理工大学许并社教授（右二）作了题为“基于界面工程和外延结构创新实现高性能薄膜光电材料及器件的研究”的报告、茨城大学Chihiro Iwamoto教授（中）做了题为“Ultrasonic Spot Welding of the $Mg_{96}Zn_2Y_2$ alloy”的报告。

氧化物界面的高分辨电子显微术

自从诺贝尔奖得主Herbert Kroemer指出界面在半导体材料中的重要性，界面对半导体器件性能的影响已被深入研究。贾春林教授基于半导体材料界面的研究，发现氧化物材料的界面和畴壁在导电性、铁磁性和光伏性等方面显示出与基体材料不同的新性质。这些特性在潜在物理学研究及其在纳米电子学中的潜在应用等方面已经引起了广泛的研究热潮。为了满足器件制造与工业应用的要求，从原子尺度上表

征氧化物材料的微结构十分重要。现代像差校正电子显微镜的成功开发，以及成像、分析的各种相关技术已成为科学家在亚界面上研究界面结构性质的机遇。贾教授应用莫氏像差校正透射电子显微镜来表征功能氧化物中界面的原子细节，在皮米精度内测量界面和畴壁上的原子位置和相对位移。

基于界面工程和外延结构创新实现高性能薄膜光电材料及器件

薄膜光电材料及器件，如LED、LD中的上游产品-外延片及中游产品-芯片的制备因涉及前沿和军工技术，其知识产权乃至产品几乎被美日欧垄断或封锁。因此，必须研发GaN基LED、GaAs基LD的外延结构及芯片的制备核心技术，提升我国在该领域中的世界地位和国际竞争力。界面是材料及器件中普遍存在的结构组成单元，具有一定厚度的薄层区域，其成分、结构和性质一般与两边基体不同，它直接控制材料内部物质运输和能量传递，从而影响材料及器件的宏观性能和服役寿命。许并社教授带领的新材料界面科学与工程教育部重点实验室，基于界面工程和外延结构创新实现了高性能的薄膜光电材料及器件，为我国实现节能减排、低碳经济发展做了部分工作。

$Mg_{96}Zn_2Y_2$ 合金的超声波点焊

$Mg-Zn-Y$ 合金因其优异的机械性能备受关注。开发 $Mg-Zn-Y$ 合金焊接技术是扩展其应用的必经之路。Chihiro Iwamoto教授用能耗较低的超声波点焊对 $Mg_{96}Zn_2Y_2$ 合金板进行焊接试验，获得了高强度接头。超声波焊接后与其他焊接技术不同，焊接界面周围没有发生相变。详细分析表明，该 Mg 合金仍保持了由 Mg 基体和 Zn 和 Y 偏析组成的长周期有序堆叠相，沿焊接界面观察到由细 Mg 颗粒组成的窄带。在窄带的外部，生长着原始的 Mg 晶粒，并从微观的角度讨论了焊接界面的形成机理。

院士点睛

目前国内的球差电镜质量与国外相比仍有差距，缺乏有经验的工匠是原因之一。如何共同利用设备资源和专业人才，进行科研合作是我们需要进一步考虑的重要问题。比如将现有的电子显微镜联网共享，会对专业人才培养产生重要的积极作用。

电镜的发展对材料界来说，重点在于和材料相结合，而非设备制造。我希望国内每个材料科研大团队都有一个懂电镜、会电镜的专业人士，这将极大地促进中国材料研究的发展。

——周廉院士

质量控制对半导体材料与器件的性能有很大影响，因此控制材料的结构与缺陷等因素是半导体材料工业化的关键。我们目前已经在尝试向相关领域的研究人员免费开放电镜检测。

——西安交通大学 贾春林 教授

电子显微学与测试技术是原子合成、原子加工、原子观察的基础，怎样落实周院士提出的建议、充分利用这些昂贵的设备值得我们深入思考。电子显微学方面的人才培养已日趋显要。

——太原理工大学 许并社 教授

热烈讨论

目前制作电镜分析样品的操作过程中，许多操作还比较困难。以磨样为例，样品太薄或太厚都会影响检测效果。

贾春林教授：样品实际上是定量电子显微技术的一个瓶颈，目前还没有出现一个成熟的技术可以完全控制样品质量。目前较好的技术有双束离子束切割。

目前的电子显微镜都是二维成像，然而我们研究的材料都是三维结构。材料的厚度对检测结果有较大影响，各位专家有何高招以消除背底对表面结构成像的影响？

贾春林教授：目前我们尝试对样品进行180°旋转检测，将得到的几百张样品用软件进行三维重构，尽管目前的精度在0.3~0.5 nm，但未来肯定是向原子尺度发展。

