

分会场十六：封装技术

主 席：田文超（西安电子科技大学）

特邀报告 1：面向 MEMS/传感器的柔性定制化封装技术

(Flexible Customized Packaging Technology for MEMS and Sensors)



杨道国，现任桂林电子科技大学教授，博士生导师，广西区电子封装与组装技术工程研究中心主任，广西区特聘专家。获荷兰代尔夫特理工大学博士学位，并在该校精密和微系统工程系从事 2 年博士后研究，之后在荷兰飞利浦半导体公司总部电子封装研发部担任主任工程师和资深项目主管多年。主要研究领域为微电子封装技术、光电子封装系统集成及可靠性、热-机械等多物理场耦合仿真分析及其优化设计、微电子力学等；主持了 4 项国家

自然科学基金项目，承担国家科技支撑计划重点项目 1 项，作为核心成员参加欧盟第 6、7 框架和 ENIAC 项目各 1 项。在本学科领域的国际国内权威刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 80 余篇，EI 收录 95 篇，获得欧洲和美国发明专利 3 项，国家发明专利 20 余项，获省科技奖 3 项，多项科研成果获得转化。担任第 13 届国际电子封装技术大会（ICEPT-HDP2012）技术委员会主席，担任 IEEE 国际年会 EuroSimE、EPTC 等国际学术会议学术委员会委员。

报告摘要：

随着新一代信息技术特别是物联网等的快速发展，MEMS 和各种基于微细加工技术的传感器的应用越来越广，具有巨大的市场需求。但是，由于 MEMS 和传感器的结构复杂、结构尺度跨度大、封装和可靠性要求高，不同的产品需要不同的封装，难以标准化。因此，封装在其价值链中所占的比重大，封装技术已成为传感器和 MEMS 生产制造中的瓶颈。

本报告首先介绍 MEMS 和传感器的封装技术的发展概况和趋势及面临的挑战，然后针对 MEMS 和传感器的多样性、跨尺度和高可靠性的特点，介绍了基于虚拟原型技术的柔性定制化封装设计技术和平台，贯穿设计、制造工艺和可靠性评估整个过程的虚拟原型技术大大缩短了产品的封装开发时间和成本；介绍基于膜辅助的模塑封技术，适合于 MEMS/传感器等的低成本封装和高密度集成封装。

特邀报告 2: 电子封装热机械可靠性评价中的实验方法

苏飞, 北京航空航天大学 航空科学与工程学院 副教授



报告摘要:

实验力学方法在集成电路封装的可靠性评估和失效分析中具有重要作用。本文介绍了一些主要的实验方法（如莫尔干涉法、红外光弹法、显微拉曼光谱法、纳米压痕法、声发射法和激光超声法）及其在变形、应力测量和热机械性能测试中的应用情况。

特邀报告 3: 电子封装中的微纳连接技术及其在柔性电子中的应用



田艳红，教授，博士研究生导师，2013 年教育部新世纪人才，2015 年国家优秀青年基金获得者，现任先进焊接与连接国家重点实验室副主任。主要从事先进封装互连方法、电子封装可靠性及失效评估、新型纳米焊膏及纳米印刷油墨开发、印刷电子及柔性电子方面的研究工作。负责国家自然科学基金项目 4 项、“智能制造”领域国家重点研发计划课题 2 项，总装备部预研项目和 863 项目各 1 项。发表学术论文 150 余篇，其中 SCI 检索 105 篇，他引 1000 余次。授权发明专利 21 项。参编著作 4 部，主编译著 1 部，获得省部级科技奖励 2 项。获得国际会议优秀论文奖 4 次。

报告摘要:

微纳连接是电子封装的核心工艺之一，是实现器件到器件、器件到整机之间电气互连的桥梁，同时兼顾机械固定、散热通道等作用。通过微纳连接将微、纳元件组合构建成微或宏尺度的微系统，是从宏观到微米、到纳米的跨尺度制造技术。在亚微米、纳米尺度内的能源与材料、材料与材料之间相互作用的特殊规律的探索是崭新的课题，已经形成一个全新的重要研究领域。本报告将介绍哈尔滨工业大学近年来在电子封装中的微纳连接新方法、微纳连接新理论方面的研究进展，同时对纳米连接在柔性电子器件领域的应用探究进行介绍，并对微纳连接领域的关键科学问题和未来发展趋势进行综述。

特邀报告 4: 先进封装 TSV 孔填充工艺与转接板技术



杨卓青，上海交通大学，教授，博士生导师，中国科学院深圳先进技术研究院客座研究员，IEEE Senior Member，中国微米纳米技术学会、中国仪器仪表学会高级会员，2011-2013 年受日本学术振兴会资助赴日本国立产业技术综合研究所（AIST）从事博士后工作（JSPS Fellow），2014 年入选上海市“浦江人才计划”。

目前，在上海交通大学电子信息与电气工程学院、“微米/纳米加工技术”国家级重点实验室从事 MEMS 惯性开关器件、PowerMEMS、封装以及微纳柔性 3D 集成传感技术研究。先后主持承担国家自然科学基金、面上项目，国家“863”项目子课题、总装瓶颈项目、教育部装备预研联合基金等项目。近年来，在微纳机电系统技术领域著名期刊和国际会议 IEEE-JMEMS, JMM, Lab Chip, IEEE-TED, Sensors and Actuators, IEEE MEMS, TRANSDUCERS, IEEE NANO, IEEE SENSORS, μ TAS 等发表学术论文 100 多篇，并多次做大会特邀报告，申请中国发明专利 30 余项。担任 IEEE INEC2018、IMCO2018 和 IEEE NEMS2019 等多个国际会议分会场主席，目前为 International Journal of Sensors and Sensor Networks (IJSSN) 和 Micro and Nanosystems 期刊编委。2016 年获上海市“技术发明一等奖”，2019 年获中国兵器工业集团技术发明三等奖。

报告摘要:

随着物联网、智能终端、工业智能化的兴起，电子器件高密度集成、多功能化和低功耗的需求变得更加迫切。而近年来，芯片在平面上的尺寸缩小变得非常困难，2.5D、3D 等先进集成封装技术的出现，为上述困难提供了一种有效的解决途径。TSV (Through Silicon Vias) 技术作为先进封装领域中的关键技术越来越受到研究机构和企业界的广泛关注，其中，TSV 高深宽比孔填充工艺一直是技术难点。本报告将结合课题组在该领域多年的研究工作积累，介绍实现高效高质量铜 (Cu) 填充 TSV 孔的关键工艺技术及方法，并介绍新型的硅转接板集成制造方法、高热导率 RDL 制备等先进封装工艺与技术。

特邀报告 5: 电子封装中的微观结构对宏观力学特性的影响



陈志文，男，博士，武汉大学工业科学研究所副研究员，IEEE 会员、IEEE Electronic Packaging Society 会员。近年来在国际 SCI 期刊上共发表论文 8 篇，国际 EI 会议论文 6 篇，发明专利 3 项，国防科技进步奖三等奖 1 项（排名第 2），国际 SCI 期刊 IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology、Optics Express 审稿人。主要从事电子封装材料力学及有限元仿真。

报告摘要:

随着电子设备的体积不断缩小，集成度持续提高，器件中结构的尺度由毫米级不断缩小至微米级，器件中的微观结构的重要性逐渐凸显，尤其是器件服役过程中的微观结构对宏观力学特性和可靠性的影响不容忽视。以电子封装中互连结构为例，随着封装技术的不断演变，互连密度不断提升，特征尺寸也在不断缩小，互连处的微观结构变化对器件整体可靠性影响至关重要，其表征与分析一直是业界持续关注点之一。

特邀报告 6: Height uniform analysis of wafer gold bump electrodeposition process



田文超，西安电子科技大学电子封装系系主任，中国科协第六批“首席科学传播专家”（MEMS/NEMS 和电子封装领域），全国微机电技术标准化技术委员会委员，中国微米纳米学会第二届理事会理事。目前为西安电子科技大学电子封装系主任兼任党支部书记，电子封装技术国家级特色专业负责人。主持完成的项目包括国家自然科学基金、科技部创新基金、总装预研、陕西省自然科学基金、西安市创新基金、西安市科技转化项目等 60 余项。独立出版专著 4 部。发表论文 110 余篇，其中 SCI / EI 收录论文 90 余篇。授权发明专利 17 项，转化 2 项。主要研究方向为：电子封装及微组装技术、微机电技术和机电控制光电检测。

报告摘要:

Based on the electrodeposition process of 8 inch wafer gold bump, the heterogeneity of deposition height caused by concentration polarization and electrochemical polarization induced by the coupling electric field of flow field is analyzed. The electrochemical deposition process of flowing plating bath on wafer is simulated by numerical simulation method, and the scheme of optimizing process parameters is put forward. In the analysis of flow field, it was found that the smaller diameter of the inlet pipe was beneficial to uniform deposition when the diameter of the plating solution changed from 12mm to 20mm; When the inlet circulation flow increases from 10 to 40 L/min and the flow rate of the circulating inlet was greater than 30 L/min, the height uniformity gradually improved; and the proper densification of the anode wire mesh is beneficial to uniform deposition. In the process of electric field analysis, when the anode current is plated in 0.3-1.0 A/dm², the uniformity of the height near the cathode and away from the cathode point is analyzed, and the anode current density tends to affect the plating rate, and there is a good linear relationship. With the growth of the deposition

rate, the uniformity of the deposition height gradually becomes worse. After comprehensive consideration, the current density of the anode is adjusted to 0.60–0.70 A/dm², and the deviation rate relative to the average height can be obtained below 5%, which is more conducive to uniform deposition.

特邀报告 7: 焊点尺寸对铜锡金属间化合物生成动力学的影响



刘影夏，北京理工大学材料学院预聘副教授，2012 年于北京大学化学与分子工程学院获得学士学位，2016 年于美国加州大学洛杉矶分校 (UCLA) 材料科学与工程系获得博士学位，主要研究内容为集成电路的先进封装与可靠性。2016 年至 2018 年在美国英特尔公司任职封装质量与可靠性研发工程师，2018 年 9 月入职北京理工大学从事教学科研工作。截止至 2019 年 9 月，在 *Acta Materialia*, *Scripta Materialia*, *Materials Science*

and *Engineering R: Reports* 等期刊上发表论文 10 余篇。讲授《电子封装可靠性与测试 (英文)》课程。

报告摘要:

随着传统封装技术向三维集成技术的发展，芯片互连尺寸也在不断缩小，封装焊球的尺寸从几百微米降低至几十微米最终可能达到几微米量级，小尺寸焊球在回流的过程中的反应规律以及存在的尺寸效应值得关注。本研究工作首先对小尺寸微凸点的制备工艺进行了探究，实现了最小 $10\ \mu\text{m}$ 直径，节距 $30\ \mu\text{m}$ ，高度 $10\ \mu\text{m}$ 的钉头状 Cu-Sn 微凸点结构。研究发现，随着凸点尺寸的降低，IMC 生长速率将会加快，并在 $10\ \mu\text{m}$ 尺寸凸点中发现了明显的侧壁效应，通过对回流过程中 IMC 的生长机制进行分析，报告将提出一种仅存在表面扩散的简化扩散模型，来解释 $10\ \mu\text{m}$ 及 $10\ \mu\text{m}$ 以下微凸点回流过程中存在的反应扩散现象。