

深圳先进电子材料国际创新研究院副院长朱朋莉:

撰写国产电子封装材料“春天的故事”

深圳先进电子材料国际创新研究院(简称“电子材料院”)是由中国科学院深圳先进技术研究院(简称“深圳先进院”)和深圳市宝安区人民政府于2019年合作共建的深圳市十大新型基础研究机构之一,聚焦高端先进电子封装材料,建成了全闭环研发平台,致力于推动高端电子材料国产化进程。在该院四楼,深圳先进院材料所研究员、深圳先进电子材料国际创新研究院副院长朱朋莉经常在实验室里忙碌地工作。朱朋莉深耕电子封装材料领域15年,带领团队突破芯片级底部填充胶等“卡脖子”技术,推动成果产业化落地。



朱朋莉参加半导体产业生态博览会



朱朋莉(前排中)与团队合影

本报记者 刘肖勇 通讯员 刁雯蕙
本文图片由深圳先进院提供

求学:从化学基础到交叉领域的跨界深耕

朱朋莉的学术轨迹始终围绕“化学+纳米材料”展开。

她本科就读于河南大学化学化工学院,硕士阶段聚焦无机纳米材料制备,博士阶段在中国科学院化学研究所深耕自组装化学领域。

“从研究方向上看我的各个阶段发展方向跨度较大,但实质内核是材料和化学学科的知识,都需要用创新的材料解决实际问题。”这种长期积累培养了朱朋莉从学科本质思考问题的能力。

“导师曾和我说要去做应用型的研究,做的东西实实在在被用到。”读书期间,导师的谆谆告诫促使朱朋莉坚定了将化学材料应用于实际的科研方向。

2010年,朱朋莉南下深圳加入深圳先进院,深圳先进院“应用

创造价值”的理念和珠三角活跃的产业环境吸引了她。朱朋莉有机会前往美国佐治亚理工学院和香港中文大学访学。在参观交流过程中,她第一次了解并见到封装的clean room是怎样的,将行业通用的乃至最先进的封装线建在实验室。“这让我意识到应用型研究要从传统的实验室研究思维,转向以真正解决实际应用为导向进行研究。”

在深圳先进院先进电子材料研究中心,朱朋莉聚焦芯片级电子封装材料开展研究。然而,从纳米材料到电子封装材料的跨学科转变并非易事。面对芯片封装术语和产业链逻辑等新知识,她通过参与项目实践逐步攻克。朱朋莉分享说:“早期面对集成电路制造及

芯片的结构和形式确实有些畏难情绪,听不懂行业报告,认为做材料的人把材料做好就可以,但后来发现,不了解集成电路的结构,就不清楚材料在器件结构中的功能和用途,就不理解对材料特定参数数值要求的意义,所以,又花了2年时间系统地研读集成电路制造的英文专著,才豁然开朗,材料开发才慢慢走上正轨。”

在电子封装材料领域深耕的15年里,朱朋莉带领团队突破了芯片级封装材料芯片级底部填充胶、液态环氧塑封料等相关技术;围绕芯片级底部填充胶及其原材料,主持国家、省市级相关项目10余项,参与各级各类项目20余项。朱朋莉本人也入选全球前2%顶尖科学家榜单。

攻坚:应用引导研发,突破行业“卡脖子”技术

从2010年加入深圳先进院后,朱朋莉进入从未接触过的电子封装材料行业,聚焦芯片级封装材料——芯片级底部填充胶这一“用量少但技术门槛高”的细分领域。

电子封装材料中,芯片与基板连接之处有无数细小的焊点,底部填充胶是一种胶粘剂材料,要把数万个焊点周围微米级的缝隙填满,且不能留气泡,并固化成“保护层”,这样芯片和基板形成一个整体,能分散或平衡整体结构温湿度变化和振动带来的应力,防止焊点断裂,在整个芯片上属于后道封装材料,对芯片的力学保护和可靠性非常重要,以前这类产品主要靠进口。由于底部填充胶在每颗芯片中的用量少、技术开发难度大、国内研发技术和产品开发相对落后,这为行业持续纵深发展带来挑战。

电子封装材料作为深圳先进

院的重要方向,被纳入深圳先进院“十三五”战略规划,底部填充胶的研究是其中关键子课题。2012年,朱朋莉成为广东省创新团队“新一代电子封装关键材料的开发与产业化”子课题之一的执行负责人,被委以重任开展为期5年的底部填充胶研究。

朱朋莉提出“从材料应用端反向思考对材料性能需求的原因和相关应用场景下新的材料参数的挖掘和建立”的研发思路,在底部填充胶研发中成效显著。“我们从应用端解决这些问题,向下深入思考复合材料流变学行为、异质异构界面粘接、材料服役可靠性等科学基础问题。新参数挖掘越多,对材料的理解越深,开发迭代速度也越快。”

当前,朱朋莉及其带领的团队完成了面向2D、2.5D、3D等先进

封装的多款芯片级底部填充胶配方研发、中试与量产工艺技术;率先实现了在大尺寸FCBGA芯片的产线验证,获得销售,形成一定的产业影响力。

在产学研协同中,芯片级底部填充胶系列技术的开发是院企合作的典范,一端为头部终端客户和先进封装技术企业,一端为技术量产落地的材料生产企业,拉通了整个产业链上下游。“项目团队始终保持与合作方每周一次技术交流,从研发到器件应用、从生产工艺优化到质量管理管控,乃至商务推广路径,在企业合作和相互交流中,全面熟悉了一个技术从研发走向商品化的全流程。”朱朋莉介绍,合作双方持续发挥各自优势,科研团队专注研发,企业负责生产和质量管控,共同推动技术从实验室走向商品化。

展望:电子封装材料国产化未来可期

近年来,国内半导体与集成电路产业蓬勃发展,国家和市场对国产材料支持力度加大,科研人员迎来国产高端电子材料的“春天”,产学研结合更为紧密,电子封装材料领域随5G、6G和集成电路技术发展持续升级。

朱朋莉对深圳先进电子材料国际创新研究院的发展和电子封装材料行业的未来信心满满。目前,她所在的研究团队建立了封装材料的“研发、中试、分析检测、器件验证”全闭环实验平台和高质量研发团队。

她认为,随着人工智能、大数据、云计算、5G通信等领域对大算力芯片(AI)的需求,封装形式由2D封装向2.5D、3D封装演变,对芯片级封装材料种类和性能要求越来越高,未来将集中在批量化产稳定的工艺技术、电子胶粘剂的生产质量管控等方面,并在2.5D和3D芯片级封装材料上形成成套技术解决方案。

“同时,我们也将紧密围绕全球先进封装技术发展以及我国头部IC设计公司对新材料的新技术需求,突破共性关键技术,形成高水平科研成果;加强交叉科学领域的协同,引领前瞻封装材料技术的发展,争取做出更多创新性成果。”朱朋莉表示。

谈及当前电子封装材料国产化过程中所面临的短板,朱朋莉指出,电子封装材料需要上下游产业链的高效协同,研发费用投入也较大,任何环节缺失都可能导致链条断裂,需要从第一性原理出发,解决材料研发与应用过程中的交叉基础科学问题,“要沉下去,从基础化学和材料原理解决问题”。

在人才培养方面,朱朋莉认为,青年科研人员应该具备善于发现问题、沟通交流、实事求是和坚韧不拔的素养,尤其强调“对现实问题进行深度思考才能发现问题根源,与上下游及时沟通并相互学习才能找到问题源头”。

作为一名女性科研管理人员,朱朋莉认为,女性除了要做好时间管理、平衡工作家庭之外,还可以发挥做事细心、有韧性、善于学习和柔和的团队管理的优势,“科研工作是一场马拉松,一个项目可能要几年时间,在长时间的协作中,女性在调动团队成员积极性方面有独特优势。”

谈及科研机构与地方政府的合作前景,在朱朋莉看来,深圳市及宝安区的产业环境和政策支持至关重要,“宝安可继续整合资源形成产业生态,科研机构与企业紧密合作,共同推动封装领域发展”。

未来,朱朋莉将继续带领团队攻坚2.5D、3D封装材料,加快材料在终端客户的验证,扩大已研发产品在不同封装企业的应用落地;持续加快2.5D、3D先进封装技术和大算力高端芯片制造对芯片级底部填充胶、塑封料的新产品和技术研发,为集成电路产业链自主可控贡献力量。