

四川省“成果找市场”揭榜挂帅 2025 年 第三批榜单

榜单 3：芯片高密板级封装化学机械原子级抛光装备工艺应用及产业化

技术成果简介

随着芯片产业进入后摩尔时代，终端产品转向多元化应用市场。为满足终端用户对人工智能（AI）等应用场景的高性能需求，高端芯片（如AI芯片）向高算力、高速率、高带宽、低功耗、多功能、低成本及更大存储等方向持续创新发展。高密板级封装技术是通过大尺寸方形载板实现高精密互联的先进封装，已然成为芯片产业的重要发展趋势和高效解决方案。

抛光是芯片高密板级封装的关键工艺。通过技术研发将抛光精度不断突破至原子级，可以有效缩小高密板级封装的线宽线距，提高芯片集成密度，提升芯片性能和效率。为此，针对芯片高密板级封装异质表面“原子尺度抛得光、微纳尺度抛得平”的高质高效抛光需求，开发具备自主知识产权的化学机械原子级抛光装备工艺。在装备方面，针对高密板级封装大尺寸特性，设计适配510mm×515mm规格的抛光头和抛光盘；抛光头配置分区压力调节功能，实现高密板级封装样品表面多区差异化压力控制；集成高精度在线监测系统，实时监测抛光过程中的转速、压力、电机扭矩等关键工艺参数，智能优化抛光工艺，实现微纳尺度抛得平。在抛光工艺方面，

	<p>针对高密板级封装中“聚酰亚胺/环氧塑封料/铜”等多种材料构成的异质表面，针对性开发高性能异质表面抛光液，实现原子尺度抛得光。最终，通过装备-工艺-应用迭代优化，实现高密板级封装全局平坦度（TTV）$<10\ \mu\text{m}$，局部平坦度（台阶高度）$<100\text{nm}$，表面粗糙度（Ra）$<1\text{nm}$，不断突破至原子级，为高密板级封装提供高质高效的原子级抛光解决方案。</p>
<p>拟转化（研究）内容</p>	<p>针对芯片高密板级封装异质表面“原子尺度抛得光、微纳尺度抛得平”的高质高效抛光需求，与芯片封装企业紧密合作，针对性开发优化具备自主知识产权的化学机械原子级抛光装备工艺，大力推动并实现产业化应用。涉及的关键技术包括：超低压分区加压技术、关键机构高精度装配技术、测量反馈智能控制技术、高性能异质表面抛光液。具体如下：</p> <p>1) 超低压分区加压技术。针对传统单区加压抛光头难以实现大尺寸高密板级封装均匀加载的技术难题，将抛光头设计为主从分区结构，包括一个主分区和若干个从分区，其中主分区负责调控高密板级封装整体去除速率，从分区通过精确调控局部压力分布，实现对高密板级封装整体形貌的精确调控。通过优化气路设计和各个分区面积，实现高密板级封装的均匀加载。同时，加压过程主要通过气膜将气体压力传递至高密板级封装样品表面。为了实现超低压精确控制，一方面，采用高精度比例阀调控气体压力；另一方面，调控气膜机械性能（如弹性模量），实现压力的有效传递。两者结合，实现0.1psi压力调控精度。最终，突</p>

破超低压分区加压技术，保障高密板级封装全局平坦度。

2) 关键机构高精度装配技术。抛光盘是抛光装备的关键机构，其装配精度直接影响抛光后样品的平坦度。为此，一方面，设计楔形定位结构，实现抛光盘与传动系统之间的高精度装配；另一方面，基于气动原理，设计抛光盘快速夹持机构，更换抛光盘时，释放夹持力，完成旧抛光盘拆卸，新抛光盘安装定位后，提供夹持力，通过闭环压力调节系统实现精准夹持。确保连续作业条件下，更换效率提升超过85%，抛光盘端面跳动误差 $\leq 0.03\text{mm}$ 。最终，突破高精度机构装配技术，进一步保障高密板级封装全局平坦度。

3) 测量反馈智能控制技术。开发一套抛光工艺智能控制系统，重点围绕底层控制逻辑、在线监测系统等。在底层控制逻辑方面，采用多线程并行处理架构，并结合实时操作系统，以确保控制指令的高效执行和快速响应。同时，基于面向对象编程思想，开发可扩展的控制算法库，以支持抛光工艺参数的灵活配置和动态调整。在在线监测系统方面，搭载高响应速率的检测传感器，实时监测抛光过程中的关键工艺参数，如转速、压力、电机扭矩等，通过高速数据采集模块，将数据传输至控制系统，实时处理分析，利用神经网络等智能算法，

建立多参数协同调控模型，智能优化抛光工艺。最终，突破测量反馈智能控制技术，实现原子级抛光工艺参数的精确控制。

4) 高性能异质表面抛光液。针对高密板级封装中“聚酰亚胺

/环氧塑封料/铜”等多种材料构成的异质表面，开发高性能异质表面抛光液。首先，依据抛光中的机械犁沟和化学成键两种材料去除模式，对聚酰亚胺、环氧塑封料、铜等进行分类调控。对于机械犁沟，抛光液中的氧化作用、络合作用和缓蚀作用可以调节腐蚀强度及其对材料表面机械强度的影响，从而调控材料去除速率；对于化学成键，抛光液中的氧化作用和离子强度可以调节反应位点的数量及其对界面化学活性的影响，从而调控材料去除速率。在此基础上，利用抛光液中的相同影响因素对相同去除模式主导的材料进行调控，以实现该部分材料的同步去除，接着利用抛光中的相互独立的不同影响因素，调节另一种去除模式主导的材料去除速率。最终，突破高性能异质表面抛光液，实现异质表面同步去除，保障高密板级封装局部平坦度和表面粗糙度。

与此同时，在开发化学机械原子级抛光装备工艺过程中，与芯片封装企业紧密合作，收集和分析不同生产条件下的工艺数据，建立完善的工艺数据库，为工艺优化提供支撑。更为重要的是，通过装备-工艺-应用迭代优化，突破原子级抛光装备工艺在大生产线上长时间连续工作的稳定性和可靠性，稳定实现高密板级封装全局平坦度（TTV） $<10\ \mu\text{m}$ ，局部平坦度（台阶高度） $<100\text{nm}$ ，表面粗糙度（Ra） $<1\text{nm}$ ，不断突破至原子级，为高密板级封装提供高质高效的原子级抛光解决方案。

考核指标	<p>1) 开发具备自主知识产权的化学机械原子级抛光装备工艺，突破超低压分区加压技术、关键机构高精度装配技术、测量反馈智能控制技术、高性能异质表面抛光液等关键技术，满足510mm×515mm大尺寸高密板级封装的原子级抛光需求。</p> <p>2) 通过装备-工艺-应用迭代优化，实现高密板级封装全局平坦度（TTV）<10 μm，局部平坦度（台阶高度）<100nm，表面粗糙度（Ra）<1nm，为高密板级封装提供高质高效的原子级抛光解决方案，并推动实现产业化应用。</p> <p>3) 申请发明专利10项。</p>
拟合作方式及拟合作金额	技术许可，合同总经费3000万元
知识产权归属	西南交通大学、扬华智造（四川）创新科技有限公司
对揭榜方的要求	<p>1、与拟揭榜单位的合作方式</p> <p>与揭榜单位（意向目标企业：成都奕成集成电路有限公司，大陆首座板级先进封测企业）联合研发。研发前期，提出相关工艺规格需求，双方共同参与装备研发、设计与定制。装备组装完成正常运行后，进入试生产验证期，测试装备及抛光液性能，由揭榜单位提供产线场地、动力、样品及检测效果数据，进行试生产测试验证，双方共同提供核心工程师，保证装备运行调试，至</p>

测试样品达项目技术指标要求。

2、投入资金

揭榜单位投入不少于3000万元进行技术及装备开发。揭榜单位拥有较强的资金实力，企业资产不低于10亿元，近两年研发投入不低于5000万元。

3、创新平台

揭榜单位拥有国内先进板级封装系统集成电路项目平台、成都高新区中试平台。

4、资质或者荣誉

- 1) 国家“窗口指导”先进板级高密封测企业；
- 2) 中国电子节能技术协会绿色厂务分会副主任委员单位；
- 3) 中国板级封装标准委员会主要成员；
- 4) 四川省重点产业链供应链“白名单”企业；
- 5) 四川省创新型中小企业；
- 6) 成都市集成电路产业链链主企业；
- 7) 成都高新区中试平台；
- 8) 拥有省级以上政府项目管理经验 ≥ 1 次；
- 9) 拥有尺寸不低于510mm*515mm的板级先进封装测试生产线，及FO工艺技术。

	<p>5、人才队伍</p> <p>揭榜单位需已组建具备半导体制造、先进封测和大尺寸玻璃面板处理双重经验的专业研发与工程技术团队，平均从业年限达10年，具有较强的技术创新能力（年度新增申请专利10项以上），形成以行业领军技术人才为核心，以资深专家为支撑，梯队和年龄结构合理，具有可持续发展潜力的技术团队架构。</p> <p>团队需集结来自半导体制造（英特尔、台积电、三星等）、封装测试（日月光、华天等）及多名来自全球领先半导体显示领域（京东方、中电熊猫等）的核心技术骨干及生产管理专家。</p>
联系人及联系方式	江老师 18982092882