

国家科学技术进步奖提名书

(2018 年度)

一、项目基本情况

提 名 者		中国科学院			
项目 名称	项目名称	以硅通孔为核心的集成电路三维封装技术及应用			
	公布名	以硅通孔为核心的集成电路三维封装技术及应用			
主要完成人		曹立强, 于大全, 张文奇, 李君, 孙鹏, 戴风伟, 肖智轶, 耿菲, 刘卫东, 尹雯。			
主要完成单位		1. 中国科学院微电子研究所; 2. 华进半导体封装先导技术研发中心有限公司; 3. 华天科技(昆山)电子有限公司; 4. 华天科技(西安)电子有限公司。			
项目密级		公开	定密日期		
保密期限(年)			定密机构(盖章)		
学科分类 名称	1	半导体加工技术	代码	5103050	
	2	集成电路技术	代码	5103040	
	3	半导体测试技术	代码	5103010	
所属国民经济行业		集成电路制造			
所属国家重点发展领域		制造业			
任务来源		国家科技重大专项(02专项)			
具体计划、基金的名称和编号: 国家科技重大专项, 三维系统级封装/集成先导技术研究, 2013ZX02501					
已呈交的科技报告编号: 055158120-2013ZX02501/01, 055158120-2013ZX02501001/01					
授权发明专利(项)		177	授权的其他知识产权(项)		27
项目起止时间		起始: 2011年3月23日		完成: 2015年9月1日	

国家科学技术奖励工作办公室制

二、提名意见

(适用于提名机构和部门)

提名者	中国科学院		
通讯地址	北京市三里河路52号	邮政编码	100864
联系人	李陞	联系电话	010-68597457
电子邮箱	libi@cashq.ac.cn	传真	
提名意见： <p>项目以硅通孔技术为突破口，开发了基于 TSV 转接板的三维集成成套技术、基于后通孔集成技术（via-last TSV）的三维集成成套技术和晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术，构建了较为完整的三维系统集成封装技术体系在集成电路封装领域的关键共性技术取得了突破。项目基于核心技术发表多篇论文并获国内外一系列专利授权，以 10 项主要知识产权为基础形成了自主知识产权布局。</p> <p>项目开创了科研院所开发核心技术、孵化公司进行二次开发、联合一线生产企业量产化的“产学研”发展新模式，提高了国内封测企业技术水平。同时以成套技术解决方案为牵引，带动先进封装核心设备、关键材料的国产化。体现了对国内封测行业整体示范、引领、辐射、带动功能，全面服务于国家创新发展战略。</p> <p>该项目成果为国内外知名企业、研究单位进行了数百项技术服务，并获得了大规模应用。典型产品涉及移动通讯、大数据传输、物联网、消费类电子以及重大物理科学装置等众多领域，创造了较为可观的经济效益和显著的社会效益。其中，该项目技术成果在 ViVo X21 屏下指纹产品、华为 Mate9、P10 指纹模组、格科图像传感器和比特大陆的 S9、S15 产品中典型应用。自 2016 年至 2018 年，该项目产生直接经济效益 25.57 亿元，间接经济效益达 28.23 亿元。</p> <p>经审查，该项目材料属实，符合提名要求。</p> <p>提名该项目为国家科学技术进步奖 <u>二</u> 等奖。</p>			
<p>声明： 本单位遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极调查处理。</p>			
法人代表签名：		单位（盖章）	
年 月 日		年 月 日	

三、项目简介

集成电路是国之重器，是信息时代的命脉产业，严重影响国家战略和产业安全，封装是集成电路产业链中重要一环。2010年以来，以硅通孔（TSV）技术为代表的先进封装，在人工智能芯片、5G通讯、云计算、物联网、大型通信中心等高端产品超薄化、系统集成和多功能应用中逐步显示出巨大潜力。2016年，美国国防部高级研究计划局（DARPA）明确了基于硅通孔转接板的封装方案是实现系统异构集成的最灵活方案。硅通孔技术具有RC延迟低、散热均温性好、互连密度高等特点，能够有效的解决大尺寸、超大规模集成电路制备良率低、散热和互连困难等瓶颈问题。随着全球集成电路产品技术升级，先进封装技术成为竞争的焦点。国内封测技术与国际一流水平仍有较大差距，急需具备自主知识产权的成套技术突破国际领先企业的专利壁垒和技术垄断。

“以硅通孔为核心的集成电路三维封装技术及应用”项目，由中国科学院微电子研究所联合华进半导体封装先导技术有限公司、华天科技（昆山）电子有限公司和华天科技（西安）有限公司共同完成。以硅通孔技术为突破口，2014年实现了8吋/12吋TSV转接板制造的成套工艺，并在此基础上重点开发了后通孔集成技术（via-last TSV）、晶圆级高密度凸点和倒装工艺等先进封装工艺，通过自主知识产权构建了较为完整的三维系统集成封装技术体系。项目主要技术突破包括：

1) 基于硅通孔转接板的三维集成成套技术。在高密度、短距离互连的高深宽比（10:1）硅通孔制备关键工艺中，开发了新型深孔清洗技术，降低金属/介质界面分层风险，深孔清洗速度提高20%以上。发明背面TSV蚀露技术，可降低硅通孔内残余应力，相比化学机械抛光工艺，工艺成本降低50%以上。开发深孔膜厚检测技术，实现膜厚测量精度 $<1\%$ ，静态重复性 $<0.03\%$ ，以此技术开发的检测设备已投产，销售收入超过3000万元。

2) 基于via-last TSV的三维集成成套技术。发明介质层干法刻蚀工艺，克服激光开孔电性较差、电路失效、可靠性风险高等缺点。实现高深宽比（3:1）直孔via-last TSV制造的成套工艺，提高封装密度、减小互连寄生。实现斜孔via-last TSV的低翘曲薄型晶圆级封装技术，应用该技术封装的指纹芯片产品，RC延迟大大降低，指纹解锁时间可降低至0.12秒。

3) 晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术。开发窄节距微凸点技术，突破 $5\mu\text{m}$ 直径微凸点低侧向钻蚀（ $<0.5\mu\text{m}$ ），最小 $10\mu\text{m}/5.5\mu\text{m}$ （间距/直径）铜凸点制备。突破3D IC微凸点高精度互连技术，实现 $30\mu\text{m}/18\mu\text{m}$ （间距/直径），约5万颗芯片-芯片凸点的高精度互连。实现16nm高性能芯片倒装互连封装，有效解决16nm集成电路芯片多孔low K材料在凸点制备、倒装互连中的芯片-封装交互影响（CPI）带来的可靠性问题。

本项目围绕核心技术形成了自主知识产权布局。为解决国内“产学研”各环节脱节问题，探索高新技术产业转化新模式，即科研院所开发核心技术，孵化公司进行深度二次开发，与一线生产企业合作实现技术量产化。该项目技术成果典型应用包括ViVo X21屏下指纹产品、华为Mate9、P10指纹模组和比特大陆的S9、S15产品中。近三年以来，本项目相关封装产品总出货量超过29万片晶圆，产生直接经济效益25.57亿元，间接经济效益达28.23亿元。

四、主要科技创新

1. 主要科技创新

集成电路是国之重器，是关系国民经济命脉的战略性、基础性和先导性产业，在此领域掌握独立自主的核心技术不仅能够提高国家经济实力，更与增强军事实力、提升综合国力、保障国家安全息息相关。2018年爆发的“中兴事件”“中美贸易战”等一系列国际形势变化更加凸显了其战略重要性和紧迫性。当务之急是在集成电路领域全面加强技术储备、提高国产化程度、构筑自主知识产权体系、打破国外企业的专利壁垒和技术垄断。集成电路产业主要分为设计、制造、封测等板块。随着产品集成度不断提高，封装技术水平对微电子产品的质量和竞争力影响力越来越大，成为集成电路制造产业链中相当重要关键环节，封装技术水平的高低也成为衡量集成电路总体行业发展水平的重要标准之一。

超大规模集成电路性能的不断提升主要依赖于特征尺寸的逐步缩小，由此带来了开发、应用难度的指数级提升，22nm以下芯片制造不仅面临巨大的技术和资金挑战，还将受制于摩尔定律发展的物理极限。以三维集成为代表的系统级封装（SiP）技术应运而生，以先进封装为主要途径的SiP技术，结合片上系统（SoC）技术实现微电子系统的集成化、小型化、高效能，显示出了巨大的应用潜力，其优越性在当今热门研究领域，如面向5G通讯、云计算、物联网等高端产品的应用中可得到最大程度的发挥。

综合上述战略驱动、学科研究、产品需求等多方面因素，先进封装技术在全世界范围内的各国家决策层面均得到了高度重视。美国DARPA的CHIPS计划于2016年明确了基于硅通孔转接板的封装方案是实现系统异构集成的最灵活方案。我国则于2014年6月由国务院印发了《国家集成电路产业发展推进纲要》，其中指明：“提升先进封装测试业发展水平……开展芯片级封装（CSP）、圆片级封装（WLP）、硅通孔（TSV）、三维封装等先进封装和测试技术的开发及产业化”。我国集成电路封装行业起步较晚而发展迅猛，根据《中国半导体行业协会季度报表》，2018年前三季度，我国集成电路销售额破4461.5亿元，其中封装测试业销售额1522.8亿元，总经济体量已相当可观。但不可否认，国内企业除先进封装中在WLP、bumping等技术领域具有一定竞争力外，其余多数产品仍为QFN、DFN、BGA等中低档封装产品。特别是在TSV、2.5D/3D IC集成方面，企业总体技术水平、自主创新能力等方面与国际一流企业仍有较大差距，核心技术受制于国外。

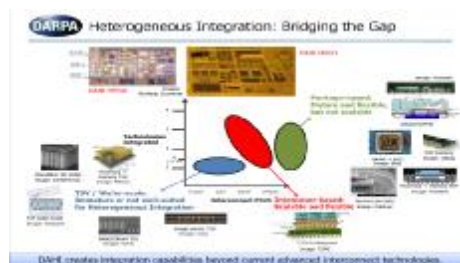


图1 美国DARPA CHIPS计划关于异质集成封装方案

硅通孔技术基本原理是在硅晶圆中制作超微细结构，形成贯穿上下表面的通孔并填充金属，以此电互连结构取代传统的金属引线键合连接，结合双面互连层一起用于若干超大规模集成电路芯片之间短距离通信和对外电气连接。具有传输延迟低，互连密度高，散热性能好，体积小，重量轻，功耗降低，异质集成等优点。该项技术流程复杂，硅通孔转接板制造阶段有：多层再布线线路及微凸点加工、深孔制造、晶圆减薄、硅通孔背面工艺、薄晶圆键合/拆键合等关键工艺；集成阶段有：协同设计、高精度微凸点互连、窄节距倒装、系统测试等技术挑战。因此，受技术水平所限，2013年以前仅台积电初步形成硅通孔转接板量产能力，北大、清华等高校在4吋晶圆上实现TSV的单步工艺，国内企业8吋/12吋硅通孔转接板、直孔via-last技术储备基本为零。8吋/12吋国内硅通孔技术相关装备/材料研发刚刚开始。

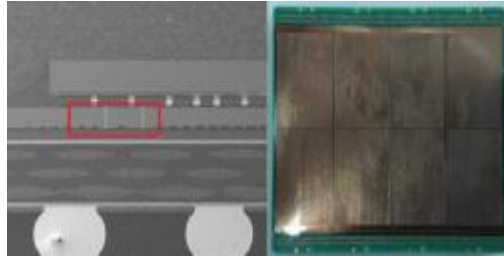


图2 本项目为重大科学装置提供的硅通孔转接板系统集成产品

(a) 切片图 (红色标注内为硅通孔结构); (b) 俯视图

本研究自 2011 年起开始关键技术研发, 2013 年依托国家 02 专项对先进封装技术研发的大力支持, 以成套技术突破、自主知识产权布局和产业化发展为总体思路, 突破一系列关键技术难点, 形成了以硅通孔为核心的集成电路三维封装技术。目前已具备基于硅通孔转接板三维集成、基于 via-last TSV 三维集成、晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装等多套成套技术, 并实现了产品应用。目前已实现核心工艺全自主专利覆盖。主要技术突破有:

1) 基于硅通孔转接板的三维集成成套技术

转接板可承载多颗高性能芯片, 通过微凸点焊球经过正面、硅通孔和背面多层高密度布线, 可实现信号的水平 and 垂直互连, 最终通过背面凸点装配到载板形成三维封装。硅基转接板作为中介层可实现多个同质、异质高性能芯片间的相互通信, 可以解决 22nm 以下大尺寸、超大规模集成电路制备良率低、散热和互连困难等瓶颈问题。本创新点包含了深孔 TSV 清洗、背面 TSV 蚀露技术、深孔膜厚检测技术开发等核心技术, 并完成了 8 吋/12 吋硅转接板三维集成成套技术开发和应用技术研究。该项技术创新要点包括:

①深孔清洗技术: 硅通孔转接板技术通常通过降低孔径、增大深宽比的方法提高互连密度, 如何实现深孔的彻底清洁及无缺陷深孔金属化填充是最突出的工艺难点。本项目中采用时序能激气穴震荡方法, 产生非稳态气穴震荡兆声波, 解决传统兆声清洗能量分布和输送不均匀的难点。并结合自主研发清洗液, 彻底去除深孔刻蚀产生的颗粒残留物, 深孔清洗速度提高 20% 以上。孔壁平滑度显著提升, 有效改善孔内微细结构如绝缘层、阻挡层、种子层的沉积效果, 降低电镀金属填孔缺陷风险, 进而能够避免由于缺陷和金属/介质界面热应力失配带来分层等可靠性问题。最终实现硅通孔深度 100 μm 、孔径 10 μm 、深宽比达到 10:1 的工艺能力。

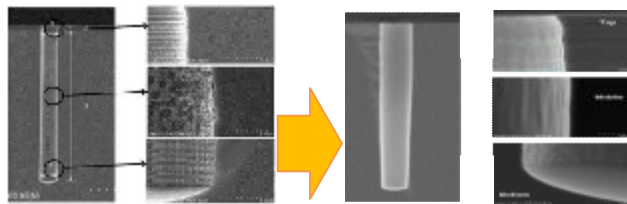


图3 传统和新型深孔清洗方法效果对比图

②晶圆背面 TSV 蚀露技术: 转接板中小孔径硅通孔和双面高密度金属再布线层, 是封装体内典型电气互连结构。晶圆级背面加工工艺是保证硅通孔高度一致性和无缺陷连接的关键工艺。国际主流的传统方法是采用背面化学机械抛光 (CMP), 过程复杂且成本昂贵。本项目发明采用湿法腐蚀、涂胶和干法刻蚀的背面工艺, 避免了昂贵的 CMP 工艺的使用, 工艺成本降低 50% 以上。使用聚合物 (PI) 层背面绝缘技术, 并通过优化低温 PI 曝光工艺, 改善了工艺控制窗口, 提高良品率。该方法同时可降低硅通孔内残余应力的效果, 进一步提高产品可靠性。

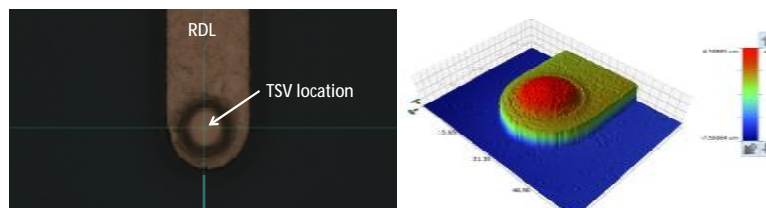


图 4 TSV 背端附近光学照片及三维形貌

③深孔膜厚检测技术开发与应用：在高深宽比硅通孔转接板工艺制备过程中，对微纳结构的参数检测非常重要。本项目为了解决深孔 TSV 核心加工参数检测的难点问题，基于自身工艺经验，应用离焦判断算法，图像锐度处理和光谱强度处理方法，开发了深孔膜厚检测技术。基于该技术的硅通孔孔底膜厚测量原理样机，具备集成自动聚焦成像、宽带反射谱测量、样片移动控制、选择性信号接收、硅通孔孔分析、结果显示等功能，可广泛用于硅通孔孔底介质层厚度、表面膜厚、晶圆表面图形显示等。经苏州翌流明光电科技有限公司验证，设备膜厚测量精度<1%，静态重复性<0.03%。深孔膜厚检测设备产品化后，已销售到国内知名封装测试企业如长电科技、晶方科技、中芯国际等 10 家企业，销售收入超过 3000 万元。



图 5 TSV 孔底膜厚测量设备样机

在上述创新基础上，项目内实现了 8 吋/12 吋硅通孔转接板成套工艺。整合了包括正面多层再布线线路制造、细节距微凸点制造、高深宽比 TSV 制造、衬底减薄、背面蚀露、背面多层再布线线路制造、临时键合和拆键合在内的整条工艺流程。实现典型孔径为 10 μ m，典型深宽比为 10:1 硅转接板，成品晶圆电测良率超过 90%。同时以成套工艺解决方案为牵引，带动先进封装核心设备、关键材料的国产化。全套工艺加工核心设备的国产化率超过 60%。带动涂胶显影一体机、TSV PVD、背面湿法露头机等首台套销售；验证去胶液、热界面材料、Ti/Cu 靶材等国产材料，其中高性能热界面材料（深圳德邦生产）已进入 Intel、华为等国际知名公司采购系统。

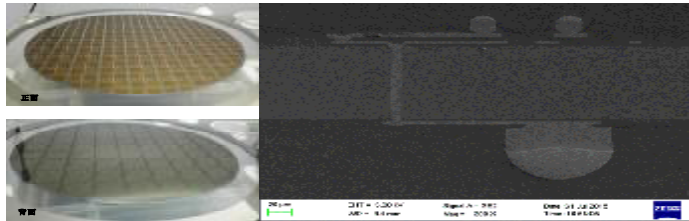


图 6 12 吋硅通孔转接板晶圆和剖面图

该项目硅通孔转接板制造成套关键技术水平汇总如下：

关键技术点	项目创新情况	与国内外同类技术的对比
深孔清洗技术	采用自主研发清洗液和高工作频率清洗装备相结合的新型深孔清洗技术，彻底去除深孔刻蚀产生的残留物，深孔清洗速度提高 20%以上。	国内前三大封装厂中长电科技目前尚无高深宽比(>6:1)硅通孔的成套工艺能力。其它封装厂尚未深入涉及硅通孔转接板技术。
背面 TSV 蚀露技术	采用湿法腐蚀、涂胶和干法刻蚀的背面工艺，避免了昂贵的 CMP 工艺的使用，工艺成本降低 50%以上。	中芯国际具有硅通孔转接板的加工能力，但仅限于前端制程(TSV/RDL)，没有系统集成封装能力。
微凸点技术	实现 12 吋晶圆小尺寸、高密度铜凸块制备，最小 15 μ m/8 μ m（间距/直径）铜凸块	实现 12 吋晶圆小尺寸、高密度铜凸

	制备。	块制备，技术指标已与业内知名企业台积电相当。
硅通孔转接板及三维集成成套技术	实现 8 吋/12 吋硅通孔转接板及三维集成成套技术。	

基于硅通孔转接板及三维集成成套技术，本项目开展了应用技术研究并建立了产品导入平台，涵盖三维封装集成技术的工艺、电、热、机械仿真设计与测试等各大关键环节，具备设计优化、工艺制备测试到可靠性失效分析的一站式能力。在该工艺技术和设计平台支撑下，典型产品如：为国外某公司开发的高速 SiP 模组产品，该产品实现 4 颗芯片通过硅通孔转接板进行高频信号互连，满足 10 Gbps 数据传输带宽。

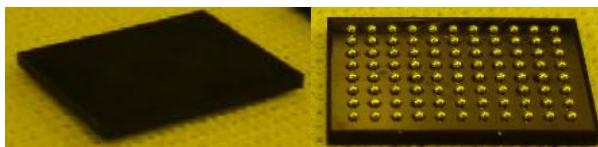


图 7 为国外某公司开发的高速 SiP 模组产品

自小米 MIX 发布后全面屏手机时代宣布来临，全面屏手机的指纹识别最佳解决方案是屏下指纹识别。本项目采用高密度、高深宽比硅通孔结构作为光传输通道为其升级产品设计，提供解决方案。2018 年 3 月发布的 ViVo X21 全面屏手机中首先量产应用了本项目的先进成果，核心部件大阵列硅通孔镜头，核心结构为密度高达 20% 的高深宽比高密度硅通孔，远远超过国际主流硅通孔封装水平（约 0.2%-2%），通过追求高性能、高品质大幅度提高了国产电子产品的高科技附加值和全球市场竞争力。



图 8 光传输硅通孔阵列结构扫描电镜照片和 vivo X21 产品

2) 基于 via-last TSV 的三维集成成套技术

Via-last TSV 技术是在有源芯片上实现垂直互连，本质是以硅通孔结构为基础的晶圆级芯片尺寸封装形式。硅通孔结构在有源芯片上的引入，可有效降低系统 RC 延迟，可显著提高信号响应速度，主要应用在图像传感器（CIS）芯片、指纹传感器芯片和 MEMS 芯片封装等高端产品封装中。本项目联合研发团队开发了 8 吋/12 吋基于 via-last TSV 的三维集成成套技术，重点突破的核心工艺包括介质层干法刻蚀、高深宽比 via-last TSV 制造、低翘曲薄型 via-last SiP 集成等。具体突破的技术创新要点包括：

①干法刻蚀介质层技术：常规 via-last TSV 技术采用斜孔工艺，且为激光开孔。但激光开孔方法常常穿透有源区焊盘，引起电路失效。为了解决该问题，本项目研发了干法刻蚀介质层开口焊盘面互连的硅通孔技术，即通过孔干法刻蚀打开芯片焊盘背面的介质层，再进行金属沉积、电镀，把电信号引到背面。新型斜孔 via-last TSV 技术关键工艺：1) 玻璃圆片键合后的芯片晶圆背面减薄；2) 晶圆背面进行凹槽的干法刻蚀；3) 在凹槽内进行盲孔的干法刻蚀介质层，暴露芯片的金属焊盘；4) 物理气相沉积（PVD）金属种子层、刻蚀种子层并电镀形成 Cu 金属线路层；5) 阻焊层制备和植球工艺，实现信号对外引出。干法刻蚀介质层技术彻底杜绝了传统激光方法对芯片焊盘的损伤，电性能大幅度改善，封装可靠性显著提升，降低界面分层风险。

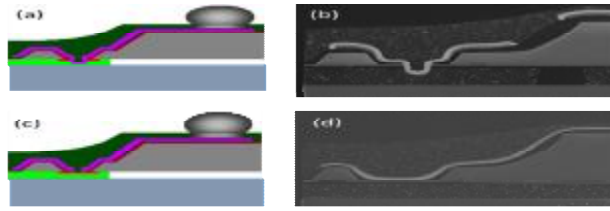


图 9 斜孔 TSV 结构示意图和 SEM 切片图：(a) (b) 激光打孔；(c) (d) 干法刻蚀

②高深宽比直孔 via-last TSV 技术：高端应用中对产品尺寸、互连密度和寄生要求很高，当斜孔硅通孔技术已经不能满足系统需求时，采用直孔硅通孔代替斜孔硅通孔。本项目开发了 12 吋晶圆级高深宽比（3：1）直孔 via-last TSV 成套技术，来代替斜孔硅通孔结构。直孔 via-last TSV 技术关键工艺：1）深硅刻蚀工艺形成硅通孔；2）离子体增强化学气相沉积（PECVD）形成孔侧壁绝缘层；3）干法刻蚀底部绝缘层，暴露有源区金属焊盘；4）TSV 孔内填充金属；5）阻焊层制备和植球工艺，实现信号对外引出。直孔硅通孔结构相对斜孔结构，能够成倍提高封装互连密度，减小互连寄生，进一步降低 RC 延迟，在更高端电子产品应用中更有竞争力。

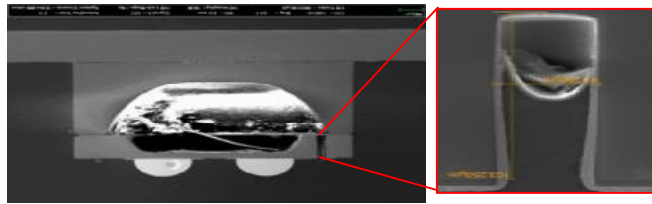


图 10 Via-last 直孔 TSV 及 MEMS 封装切片图

③低翘曲薄型 via-last TSV SiP 技术：以手机为代表的终端产品对产品薄型化、小型化需求强烈。本项目经过干法刻蚀参数优化，实现深槽和深孔的刻蚀及角度控制，可实现槽深 140 μm 、孔深 60 μm ，高坡度槽的角度控制在 60-70 $^\circ$ ，保证结构强度。采用倒装和裸芯塑封实现 ASIC 和 via-last TSV 指纹芯片薄型低翘曲系统集成。该技术已在华为 mate9、P10 手机中应用。TSV 技术引入，将指纹解锁时间可降低至 0.12 秒。



图 11 基于低翘曲薄型 via-last TSV SiP 的指纹模组和华为 mate9 产品

3) 晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术

①窄节距微凸点技术：微凸点是连接超大规模集成电路芯片焊盘和硅基转接板、有机载板的重要微结构，窄节距微凸点制备能力体现了承载高性能集成电路芯片的基础能力。本项目发明改进型微凸点电镀工艺方法，将微尺度通道能量精确调控机理，用于电镀光刻胶表面改性、微凸点无缺陷电镀成形中，在 12 吋晶圆上实现了尺寸 10 μm /5 μm （间距/直径）微凸点工艺开发。发明低侧向钻蚀种子层刻蚀方法，通过等离子体预处理，增加金属表面活性，提高横向与纵向的刻蚀速率比。突破 5 μm 直径微凸点低侧向钻蚀，实现侧向钻蚀小于<0.5 μm 。形成晶圆级 40 μm 窄节距高密度微凸点制备成熟工艺能力，技术指标已与国际知名企业台积电相当。

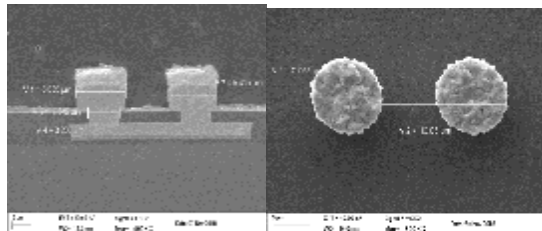


图 12 10 μm /5 μm （间距/直径）窄节距微凸点

③3D IC 微凸点高精度互连技术：3D IC 集成中窄节距微凸点之间的高精度互连非常关键。本项目通过对微凸点铜锡界面互扩散反应、金属间化合物（IMC）生长与控制机理研究，突破了3D IC 窄节距高密度微凸点的高密度互连技术 3D，实现了 $30\mu\text{m}/18\mu\text{m}$ （间距/直径），约 5 万颗芯片-芯片微凸点的高精度互连。

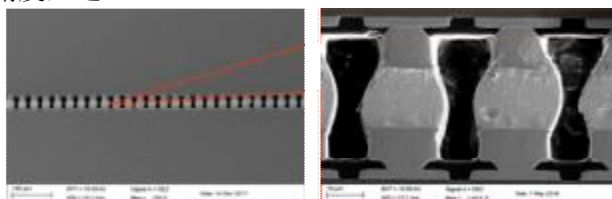


图 13 $30\mu\text{m}/18\mu\text{m}$ （间距/直径）3D IC 微凸点高精度互连

③16nm 高性能芯片倒装技术：为了降低系统 RC 延迟，芯片采用带有孔洞的 lowK 介质降低寄生电容。为了解决 16nm 制程 low K 高性能计算芯片在凸点制备以及倒装技术中带来的 CPI 问题，本项目采用铜柱凸点，无核基板以及裸露塑封工艺。其中裸露塑封倒装芯片级封装(FCCSP)技术将芯片背面裸露，其封装背面热阻为 0，满足瞬间电流 20A 的高性能计算芯片高散热要求。该系列产品主要应用于虚拟数字货币的挖矿应用，如比特大陆的 S9，S15 等。



图 14 基于 16nm 倒装技术的比特大陆 S9、S15 产品

五、客观评价

评价报告：

中国科学院微电子研究所将硅通孔相关核心技术授权专利组合进行评估，由北京东审资产评估责任公司为共计 53 项专利提供了价值评估报告，称“委估的无形资产组合，覆盖了以 TSV 技术为核心的先进封装技术的各个方面，如工艺集成、三维封装、封装基板、热管理等，同时包含光互联、毫米波通讯、纳米发电机等先进技术领域，可以在若干应用领域为产业界提供系统解决方案，提升产品的技术升级。……53 项专利所有权/专利申请权在评估报告书给定的评估目的下，于评估基准日 2014 年 5 月 31 日所表现的市场价值为：人民币 2502 万元”。

华进半导体封装先导技术研发中心有限公司自 2012 年成立以来即围绕硅通孔技术进行专利布局，根据 2015 年上海硅知识产权交易中心有限公司编写的《硅通孔专利分析及专利地图》报告，指出硅通孔技术领域国家专利申请主要专利权人排名中，国内华进半导体专利数量排名第八。硅通孔技术领域主要专利权人排名中华进半导体排名第三，中科院微电子所排名第五。报告称“华进半导体封装先导技术研发中心有限公司……短期内就布局了可观的专利数量，尤其在一些 TSV 的新结构和新应用方面。”对国内硅通孔技术自主知识产权体系的建立发挥了作用。

国际知名技术战略咨询公司 Yole Development 在 2016 年报告中列出了国内拥有 Fan-In (WLCSP) bumping 制备能力的企业。除了 Amkor、SPIL、JS NEPES 等国际公司在国内建立的工厂外，华进半导体成为为数不多的本土企业，说明华进半导体在微凸点制造领域有一定的影响力。

检测鉴定：

华进半导体加工的硅通孔转接板 (TSV Interposer) 产品经江苏省电子信息产品质量监督检验研究院、中国赛宝(江苏)实验室检测，硅通孔孔径 10 μ m，深宽比 10:1，硅通孔最小节距 30 μ m，正面再布线金属线层数 2 层，背面再布线金属线层数 1 层，最细线宽线距 5 μ m/5 μ m，正面微凸点最小节距 40 μ m，硅衬底最终厚度 100 μ m，芯片尺寸大于 30 \times 30mm²。检测结果全部样品均符合要求。

2014 年，华天科技的三款产品“TSV 直孔封装技术”、“基于指纹识别芯片封装的高坡度布线封装技术”、“基于 CIS 芯片封装的 UT 封装技术”通过了江苏省经信委新技术鉴定，评定为国内先进水平。2015 年 11 月，江苏省经济和信息化委员会组织了“焊盘通孔全填充的 12 吋图像传感芯片 WLCSP 封装技术”和“基于临时键合的 WLCSP 指纹识别传感器封装技术”两项新技术鉴定会，鉴定委员会认定“该技术的各项技术指标符合项目技术任务书的要求，使用该技术制造的产品通过了江苏省电子信息产品质量监测检验研究院可靠性检测，经用户使用反映良好。鉴定委员会认为该封装技术达到国际先进水平，同意通过省级新技术鉴定。”2016 年 12 月，江苏省经济和信息化委员会组织了华进半导体公司“2.5D TSV 硅转接板制造及系统集成技术”新技术鉴定会，鉴定委员会认定“技术产品各项性能指标符合要求，通过江苏省电子信息产品质量监测检验研究鉴定委员会认为该技术综合性能达到国际先进水平，同意通过省级新技术鉴定院监测，经用户使用，效果良好。鉴定委员会认为该技术综合性能达到国际先进水平，同意通过省级新技术鉴定”。

验收评价：

2017 年 8 月，由来自于 02 专项咨询委，信息产业化部，02 专项管理办公室等单位的郑敏政、蒋守雷、马振宇等专家组成的验收组对“三维系统级封装/集成先导技术研究(2013ZX02501)”项目及下属课题进行了技术验收，通过听取承担单位的任务完成情况汇报，一致同意项目及下属

课题通过任务验收。主要的验收意见如下：

“项目承担单位完成了任务合同书规定的研发内容，包括以 TSV 为核心的互联技术、先进封装基板技术、微组装技术、共性技术等，达到了任务合同书规定的技术考核指标。

项目申请专利 130 项，其中国内发明专利 125 项（授权 28 项），国际发明专利 5 项（授权 1 项），完成了任务合同书规定的知识产权指标。合同实施期间，培养了高级封装技术人才 20 名，完成了任务合同书规定的人才队伍建设指标。

项目实施期间建立了 12 吋（兼容 8 吋）TSV 生产加工平台、12 吋（兼容 8 吋）微组装平台、封装基板平台、设计仿真平台、可靠性与失效分析平台。完成了任务合同书规定的平台建设指标。验收资料齐全。任务验收专家组同意项目通过任务验收”

项目技术总评分 91 分，评价优秀。

同行及客户评价：

苏州翌流明光电科技有限公司为华进半导体封装先导技术研发中心有限公司开发的硅通孔深孔检测机台提供设备验证评价，证明所开发机台符合企业需求，实现原定功能，测试结果合格。

中国科学院微电子所及其孵化企业华进半导体封装先导技术研发中心有限公司，以该项技术为基础，为多家国内外企业提供技术服务。无锡微奥科技有限公司、苏州微文半导体科技有限公司、中电科集团 58 所、天津华海清科机电科技有限公司、上海交通大学、华为公司等多家单位做出了用户评价，交付样品、技术报告等质量验证合格，开发技术符合企业需求，对服务水平表示满意。其中与华为公司的合作项目获得华为优秀合作成果奖。

科技奖励：

本项目核心技术中“2.5D TSV 硅转接板制造及系统集成技术”、获得“2015 年度中国半导体创新产品和技术”奖。“焊盘通孔全填充的 12 吋图像传感芯片 WLCSP 封装技术”和“基于 TSV、倒装和裸露塑封的指纹识别芯片系统级封装技术”，分别于 2015、2016 年荣获“中国半导体创新产品和技术”奖。“基于 TSV 的 2.5D/3D 封装制造及系统集成技术”荣获 2017 年中国电子学会科学技术奖（技术发明类）二等奖，“以硅通孔为核心的三维系统集成技术”荣获 2018 年北京市科学技术奖二等奖。

六、应用情况和效益

1. 应用情况

2011年，中国科学院微电子所与天水华天、昆山西钛（后更名为华天科技（昆山）电子有限公司）共同成立了“中科华天西钛先进封装联合实验室”，三方共同开发用于先进电子封装及产业化的硅通孔技术，开展基于硅通孔转接板的技术研究，并向业内推广硅通孔技术及其应用。

2012年9月微电子所和集成电路封测产业龙头企业江阴长电科技股份有限公司、南通富士通微电子股份有限公司、天水华天科技股份有限公司、深南电路有限公司5家单位共同投资在无锡新区正式注册成立了华进半导体封装先导技术研发中心有限公司。后又新增苏州晶方、安捷利（苏州）、中科物联、兴森快捷、国开基金五家股东。微电子所以本项目知识产权成果进行价值评估投资加入公司，华进半导体依托微电子所封装中心科研人员团队及技术储备，对硅通孔转接板、封装集成及相关技术进行了深度二次开发，形成了以硅通孔为核心的多条三维系统级封装发展路线，包括基于TSV硅转接板的三维集成成套技术、基于via-last TSV的三维集成成套技术和晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术等，并搭建了产品导入平台，为国内封装、测试、芯片、材料、装备厂商提供了广泛的技术支持、指导和服务。无锡微奥科技有限公司、苏州微文半导体科技有限公司、中电科集团58所、天津华海清科机电科技有限公司、上海交通大学、华为公司等多家单位做出了用户评价，交付样品、技术报告等质量验证合格，开发技术符合企业需求，对服务水平表示满意。其中与华为公司的合作项目获得华为优秀合作成果奖。

2015年，中科院微电子所联合华进半导体和华天科技（昆山）、华天科技（西安）等三家企业，联合开发via-last直孔TSV技术，并共同拓展硅通孔转接板、三维集成成套技术、晶圆级高密度微凸点、倒装芯片封装成套技术等各类产品中的量产应用，使得上述技术在图像传感器芯片、指纹传感器芯片、MEMS、高性能计算芯片等高端产品中获得批量验证，国内外主要客户有华为、汇顶、格科微等企业。其中16nm高性能FCLGA封装、硅通孔指纹FCLGA等产品，近三年累计出货量达29817万颗。图像传感器芯片、指纹传感器芯片封装产品三年累计出货量达29.92万片晶圆。

硅通孔深孔测试机台相关技术已应用于深圳中科飞测科技有限公司，用于其三维形貌测量系统CYPRESS系列硅通孔深孔测试机台，该产品主要应用于表面膜厚，硅通孔孔底介质层厚度测量、晶圆表面图形显示等。自2016年起，北京思比科微电子股份有限公司应用via-last TSV技术对高像素图像传感器进行封装，产品主要服务于手机、平板电脑、笔记本电脑及监控安防摄像头等，华勤、闻泰、传音、TCL等知名公司为其主要客户。2016年起晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术应用于芯奥普（北京）科技有限公司的FCLGA芯片产品，该产品基于芯片尺寸铜柱高密度倒装技术进行封装，应用于人工智能领域，以比特大陆等为主要客户。安集微电子科技（上海）股份有限公司与中科院微电子所、华进半导体公司合作，借鉴本项目内硅通孔转接板加工成套技术研发经验，加快了企业自主研发及量产进度，成功开发了TSV抛光液系列产品。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	基于硅通孔转接板的三维集成成套技术，高密度微凸点倒装技术，晶	硅通孔转接板，晶圆级封装等。服务国内外客户超过200家。	2015.1-至今	周鸣昊， 13961700223

		圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术			
2	华天科技(昆山)有限公司	Via-last TSV 封装技术	指纹传感器封装, 图像传感器封装等。		王瑾, 17397931276
3	华天科技(西安)有限公司	硅通孔三维集成技术, 晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术	16nm 高性能 FCLGA 封装、硅通孔指纹 FCLGA 等, 出货量 29817 万颗	2016 年 1 月-至今	朱凯, 13572940664
4	北京思比科微电子技术股份有限公司	Via-last TSV 技术	高像素图像传感器芯片, 已出货 18864 万颗	2016.1-2018.12	冯建中, 010-82781743
5	安集微电子科技(上海)有限公司	硅通孔晶圆减薄抛光技术	TSV 抛光液, 已量产	2014.5-至今	荆建芬, 021-20693255
6	深圳中科飞测科技有限公司	硅通孔检测技术	三维形貌量测系统, 销售 10 台以上	2015-2017	马鸿健, 18964396661
7	芯奥普科技(北京)有限公司	高密度微凸点倒装技术	FCLGA 芯片产品, 出货量 2274 万颗	2016.1-2018.12	Ruby Lu, 010-61199590

2. 经济效益和社会效益（限 2 页）

本项目第一完成单位中国科学院微电子研究所作为国家级科研单位，立足于国家科技计划（国家专项、重点研发计划、973、863、自然科学基金等）的研究工作，面向行业应用坚持前沿核心技术研发，发挥高等院校、科研院所的技术创新推动作用。在硅通孔深孔刻蚀、清洗、硅通孔背面工艺、转接板临时键合解键合、窄节距凸点制备等关键工艺上取得突破。在工艺开发基础之上，还建立了产品导入平台，涵盖工艺、电、热、机械仿真，高端封装产品应用研究和可靠性与失效机理研究等。除了承担科研项目之外，中科院微电子所同时以对外提供测试、仿真、小批量样品加工等形式服务，服务对象为国内大专院校、科研院所及华为、三星、江苏长电科技等业界知名企业。

第二完成单位华进半导体封装先导技术研发中心有限公司围绕本项目核心技术组织深度二次开发，以项目支撑、共同研发、技术推广、多方合作等各种形式项目、技术服务创造效益，销售额逐年稳步增加。典型应用产品主要有指纹芯片封装、图像传感器（CIS）芯片封装、高能物理探测器、高速光收发模块、高频 SiP 模组等高端产品。应用本项目技术，2016 年度公司实现销售额 2411.69 万元，2017 年度新增销售额 4042.51 万元，2018 年度实现销售额 5525.99 万元，近三年共计 11980.19 万元。

华天科技（昆山）电子有限公司具有多年超大规模集成电路先进封装及测试生产经验，与本项目技术相关产品主要有：影像传感芯片与模组封装、指纹传感器与模组封装、晶圆级传感器封装测试、晶圆级凸点封装、晶圆级 CSP 产品、倒装芯片封装、多芯片堆叠的 3D 封装等，近三年累计出货量超过 29.92 万片晶圆，共实现销售收入总额 51539.17 万元。

华天科技（西安）有限公司主要应用硅通孔三维集成技术，晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术，相关产品主要为 16nm 高性能 FCLGA 封装、硅通孔指纹 FCLGA 等，2016 年新增销售 47729 万元，2017 年新增销售 96430 万元，2018 年 1-11 月新增销售 48010.6 万元，三年累计销售收入共 19.22 亿元。

应用本项目内硅通孔深孔检测技术的深圳中科飞测科技有限公司，产品主要应用于表面膜厚，硅通孔孔底介质层厚度测量、晶圆表面图形显示等。投产以来销售稳步增长，截止 2017 年底出货量超过 10 台，创造间接经济效益超过 3000 万元。北京思比科微电子技术股份有限公司应用 via-last TSV 技术对高像素图像传感器进行封装，2016 年起至今共创造新增销售额 9.01 亿元。晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术应用于芯奥普（北京）科技有限公司的 FCLGA 芯片产品，2016 年起应用技术成果创造销售收入共 18.92 亿元。安集微电子科技（上海）股份有限公司借鉴本项目研发经验，成功将 TSV 抛光液系列产品国产化，一定程度上降低了集成电路制造领域关键工艺材料国际禁运风险，目前产品销售情况稳步增长。

除技术开发外，本项目通过实践，开创出一套行之有效的产学研合作创新模式：科研院所开发核心技术，孵化公司进行深度二次开发，与一线生产企业合作实现技术产品量产化，并进行前瞻性技术研究，为技术革新和产业升级提供支持。此种模式在充分利用科研院所研究能力和技术基础的同时，强化了企业技术创新主体地位，发挥行业骨干企业的主导作用，建立起完善科技成果信息发布和共享平台，健全技术转移和产业化服务体系。以建立孵化公司为契机，坚持企业自主研发，积极充当国内科研院所与生产企业间的连接纽带。充分融合了科研院所深厚的人才技术储备和公司企业灵活的研发服务手段，大大缩短了新技术开发至产业应用之间的距离，为新技术快速产业化提供可靠的物质、组织和制度保障，在产学研结合方面为国内高校及科研院所提供了开创性启示。

以此模式孵化建立的华进半导体公司，于 2014 年被认定为“江苏省高新技术企业”；于 2015 年通过 ISO9001 资质认证；于 2015 年分别被认定为江苏省、无锡市工程技术研究中心、无锡市产业技术研究院、江苏省产业技术研究院半导体封装技术研究所。为进一步建立健全产学研创新

模式，华进半导体以国家科技重大专项 02 专项“高密度三维系统集成技术开发与产业化”（2014ZX02501）项目为契机，特别建设了“芯片/封装/产品交互设计、测试和产品导入平台”，由此“以硅通孔为核心的三维系统集成技术”获得了更加宽广顺畅的推广应用渠道。以此平台为支撑，武汉新芯、苏州晶方公司通过与华进半导体的项目合作和共同建设，将 TSV 技术、晶圆凸块技术应用于产品。中芯国际集成电路制造（上海）有限公司开发的硅通孔晶圆级芯片封装产品、CMOS-MEMS（加速度计）全集成硅通孔晶圆级芯片封装等产品实现了大批量国产化。参与平台建设工作的上海华岭集成电路技术股份有限公司成功开发了 CPU、RF SoC、FPGA、CIS、MEMS、高端 SoC 等多款产品的产业化测试方案，面向客户遍及智能移动通信、卫星导航、指纹识别、信息安全等领域。

通过本项目技术的开发和应用，华天科技（西安）已拥有西安市集成电路塑封工程实验室和西安市市级企业技术中心两个技术研发平台。华天科技（昆山）已经建设成为江苏省高新技术企业，已建立江苏省 TSV 硅通孔 3D 封装工程技术研究中心、江苏省企业技术中心、苏州企业技术中心、中科华天西钛先进封装联合实验室、企业博士后科研工作站。公司的图像传感器封装产品出货量占全球 30% 以上，是目前国际上仅有两家能够提供 12 吋图像传感器封装量产企业。华天科技（昆山）电子有限公司和华天科技（西安）有限公司，同属天水华天科技股份有限公司的全资子公司，共同构筑了“Leadframe + Laminated + WLCSP + TSV”产品线布局，成为国际国内少数能够同时大规模量产硅通孔晶圆级封装技术和晶圆级微凸点技术量产的企业。受惠于产品技术升级带来的利润提升，据中国半导体行业协会报告，天水华天已在全球集成电路封装企业中跻身前十名，世界排名跃升至第七。

2016 年，华进公司被评定为江苏省首批省制造业创新试点企业，以“江苏省先进封装与系统集成制造业创新中心”的形式，贯彻执行《中国制造 2025》发展纲要提出的“以企业为主体、市场为导向、政产学研用相结合”方针。建立装备先进、完善的国家级封装技术研发平台、高新技术转移转化中心，服务范围已遍及全国封测行业。中科院微电子所、华进半导体公司联合华天科技有限公司，充分发挥技术优势与行业地位带来的广泛影响力，逐步与集成电路生产相关联的各类设计、封装、测试、设备、材料和服务企业建立联系，实际参与构建全国集成电路产业链。本项目中实现的 12 吋硅通孔转接板成套工艺，研发过程中首次验证并应用了北方华创刻蚀机、TSV PVD 等核心设备，推动装备和材料国产化。华天科技（昆山）、华天科技（西安）将推动产业链协同发展与企业自身建设紧密结合，积极加大对国产封测设备的投资，采购国产装备超过 3 亿元。目前公司晶圆级传感器封装装备国产化比率接近 70%，国产材料采购金额比率接近 40%。中国科学院微电子所在本项目实施过程中为国家培养了大批封装高端人才，已经向社会输送了 20 余名硕士、博士研究生。华进半导体作为中国科学院大学企业定制班的实施单位，也成为封装产业界人才培养基地。

本项目建立的模式，不仅将产学研用各环节密切相连，还充分发挥了北京、江苏省两地各自突出的区位优势。构建跨区域创新网络，将京津冀与长江经济带等国家战略区域的科技创新能力统筹，打造区域协同创新共同体，实现跨区域一体化发展，通过知识产权和成套技术的输出持续支撑国内封测产业技术升级，向中国半导体行业在激烈国际竞争中的突围之路走出了坚实的一步。

七、主要知识产权和标准规范等目录（不超过 10 件）

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准)具 体名称	国家 (地 区)	授权号 (标准 编号)	授权(标 准发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人 (标准 起草单 位)	发明人 (标准 起草 人)	发明专利 (标准)有 效状态
授权发明 专利	一种通孔 结构及其 制作方法	中国	ZL20131 0317725 .9	2015 年 10 月 14 日	1816032	中国科 学院微 电子研 究所转 移至华 进半导 体封装 先导技 术研发 中心有 限公司	曹 立 强, 戴 风伟	有效
授权发明 专利	一种深孔 底部氧化 硅绝缘层 的刻蚀方 法	中国	ZL20131 0379664 .9	2015 年 08 月 05 日	1746176	华进半 导体封 装先导 技术研 发中心 有限公 司	于 大 全, 戴 风伟, 徐成, 李昭强	有效
授权发明 专利	Technique s for fabricati ng fine-pitc h micro-bum ps	美国	14/276, 481	2015 年 10 月 29 日	US917792 9B2	华进半 导体封 装先导 技术研 发中心 有限公 司	张文奇	有效
授权发明 专利	一种三维 互连结构 及其制备 方法	中国	ZL20131 0456142 .4	2016 年 9 月 21 日	2244972	中国科 学院微 电子研 究所转	李 君, 曹 立 强, 戴 风伟	有效

						移至华进半导体封装先导技术研发中心有限公司		
授权发明专利	提高可靠性的微凸点结构及制作方法	中国	ZL201410346165.4	2016年9月21日	2245022	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	何洪文, 孙鹏, 曹立强	有效
授权发明专利	晶圆级焊锡微凸点及其制作方法	中国	ZL201510435559.1	2018年1月16日	2779285	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	曹立强, 何洪文, 戴风伟, 秦飞, 别晓锐, 史戈	有效
授权实用新型专利	一种晶圆表面凸点结构	中国	ZL201721016167.2	2018年2月27日	7029087	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	耿菲, 孙鹏	有效
授权发明专利	低成本晶圆级芯片尺寸硅通孔互连结构及其制备方法	中国	ZL 201610016001.4	2018年8月31日	3055950	华天科技(昆山)电子有限公司	于大全, 邹益朝, 肖智轶	有效

论文	Development of High Yield, Reliable Fine Pitch Flip Chip Interconnects with Copper Pillar Bumps and Thin Coreless Substrate	美国	DOI: 10.1109/ ECTC.2015.7159828	2015 年 5 月 26 日	DOI: 10.1109/ ECTC.2015.7159828	华天科技（西安）电子有限公司	刘卫东	有效
论文	Development of Micro-allaying Method for Cu Pillar Solder Bump by Solid Liquid Interaction	美国	DOI: 10.1109/ ECTC.2012.6249068	2012 年 5 月 29 日	DOI: 10.1109/ ECTC.2012.6249068	中国科学院微电子研究所	尹雯，于大全，戴风伟	有效

八、主要完成人情况表

姓 名	曹立强	性 别	男	排 名	1	国 籍	中国
出生年月	1974 年 09 月 19 日			出 生 地	北京	民 族	汉
身份证号	110108197409191417			归国人员	是	归国时间	2009 年 02 月
技术职称	研究员			最高学历	博士研究生	最高学位	博士
毕业学校	瑞典查尔莫斯理工大学			毕业时间	2004 年 3 月	所学专业	半导体加工和封装技术
电子邮箱	caoliqiang@ime.ac.cn			办公电话	010-829956 73	移动电话	15110069846
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路 3 号					邮政编码	100029
工作单位	中国科学院微电子研究所					行政职务	主任, 所长助理
二级单位						党 派	无
完成单位	中国科学院微电子研究所					所 在 地	北京
						单位性质	事业
参加本项目的起止时间		2011 年 4 月至 2018 年 12 月					
<p>对本项目技术创造性贡献:</p> <p>主要完成项目的设计及技术方案的制定, 并领导组织实施, 主持、策划并参与了多项关键技术攻关, 对项目主要发明点 1、3 均有创造性贡献, 体现于核心知识产权 1、4、5、6 及“2.5D TSV 硅转接板制造及系统集成技术”鉴定证书附件等。攻克 TSV 制造多层再布线 and 微凸点工艺的多项技术难题, 成功开发出 12 吋硅通孔晶圆级成套制造技术, 领导和促进了 TSV 转接板加工及封装集成关键技术面向国内外产业界的推广应用, 由此产生了可观的经济效益和社会效益。围绕 TSV 转接板技术获得发明专利授权 20 余项, 发表论文 40 余篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况:</p> <p>因“高密度三维系统级封装的关键技术研究”项目获 2016 年北京市科学技术奖技术发明类二等奖, 排名第二, 证书编号 2016 电-2-001; 因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获 2018 年北京市科学技术奖技术开发类二等奖, 排名第一, 证书编号 2018 电-2-001。</p>							
<p>声明: 本人同意完成人排名, 遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定, 承诺遵守评审工作纪律, 保证所提供的有关材料真实有效, 且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为, 愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议, 保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: center;">本人签名:</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>					<p>完成单位声明: 本单位确认该完成人情况表内容真实有效, 且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议, 愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明: 本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: center;">单位 (盖章)</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>		

姓 名	于大全	性别	男	排 名	2	国 籍	中国
出生年月	1976 年 7 月 3 日		出 生 地	黑龙江省哈尔滨市宾县		民 族	汉
身份证号	21021119760703		归国人员	是		归国时间	2010 年 7 月
技术职称	研究员		最高学历	研究生		最高学位	博士
毕业学校	大连理工大学		毕业时间	2004		所学专业	材料学
电子邮箱	Daquan.yu_ks@ht-tech.com		办公电话	0512-50353803		移动电话	13681022075
通讯地址	江苏省昆山市龙腾路 112 号				邮政编码	215300	
工作单位	华天科技（昆山）电子有限公司				行政职务	副总经理	
二级单位					党 派	中共党员	
完成单位	华天科技（昆山）电子有限公司				所 在 地	江苏省苏州市	
					单位性质	民企	
参加本项目的起止时间		2011 年 4 月 至 2018 年 12 月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>带领团队完整研发了深宽比 6: 1 硅通孔转接板全工艺，对整个项目的发明点 1, 2 做出了创造性贡献，体现于核心知识产权 2、8、10 及新产品鉴定附件等。率先开发了焊盘平面互连后通孔(via last TSV)三维 WLCSP 封装技术，相关技术应用于指纹识别、高性能图像传感器，实现了大规模量产应用。其中指纹识别产品客户是 FPC 和汇顶，已用于华为智能手机（mate 9 pro、P10plus 等机型）指纹芯片封装，图像传感器器件用于上海格科微、北京思比科的芯片封装。获项目相关专利授权 20 余项，发表论文 20 余篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获 2018 年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第二，证书编号 2018 电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p>			
<p>本人签名：</p>				<p>单位（盖章）</p>			
<p>年 月 日</p>				<p>年 月 日</p>			

姓 名	张文奇	性别	男	排 名	3	国 籍	中国
出生年月	1967-04-04		出生地	河南省郑州市	民 族	汉	
身份证号	210211196704045896		归国人员	是	归国时间	2012年12月	
技术职称	研究员		最高学历	研究生	最高学位	博士	
毕业学校	比利时鲁汶大学		毕业时间		所学专业	微电子封装技术	
电子邮箱	Wenqi.zhang@ncap-cn.com		办公电话	010-66679359	移动电话	15190300919	
通讯地址	江苏省无锡市菱湖大道 200 号 D1 栋				邮政编码	214135	
工作单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				行政职务	副总经理	
二级单位					党 派	无	
完成单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				所 在 地	江苏无锡	
					单位性质	民企	
参加本项目的起止时间	2013 年 3 月至 2018 年 12 月						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>具体负责硅通孔转接板加工工艺设计优化，高密度、高深宽比 TSV 转接板技术方案设计、制定、实施。对项目发明点 1,2 具有创造性贡献，见于核心知识产权 3 及“2.5D TSV 硅转接板制造及系统集成技术”鉴定证书附件等。解决硅通孔制造中刻蚀、绝缘、种子层、电镀等工艺难题。获得国内外发明专利授权 20 余项，发表论文 10 余篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获 2018 年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第三，证书编号 2018 电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>			

姓名	李君	性别	女	排名	4	国籍	中国
出生年月	1981年11月23日		出生地	唐山	民族	汉	
身份证号	130223198111230329		归国人员	否	归国时间		
技术职称	副研究员		最高学历	博士研究生	最高学位	博士	
毕业学校	西南交通大学		毕业时间	2010年6月	所学专业	电磁场与微波技术	
电子邮箱	lijun@ime.ac.cn		办公电话	010-8299567 5	移动电话	15810165562	
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路3号				邮政编码	100029	
工作单位	中国科学院微电子研究所				行政职务	副主任	
二级单位					党派	中国共产党	
完成单位	北京市朝阳区北土城西路3号				所在地	北京市	
					单位性质	北京市	
参加本项目的起止时间		2011年4月至 2018年12月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>具体负责该项目应用技术研究组织与执行，并开展设计方法学和集成技术研究。搭建了产品导入平台，涵盖三维封装集成技术的工艺、电、热、机械仿真设计与测试等各大关键环节，具备设计优化、工艺制备测试到可靠性失效分析的一站式能力。对项目发明点1, 3有贡献，见核心知识产权4。特别对硅通孔技术在4G RF 异质集成、ka TR 组件集成、2.5D FPGA 集成、高密度芯片混合三维集成等高性能产品应用方面有贡献。项目内获得专利授权8项，发表论文10余篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获2018年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第四，证书编号2018电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: center;">本人签名：</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p style="text-align: center;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p>			

姓名	孙鹏	性别	男	排名	5	国籍	中国
出生年月	1979年07月15日		出生地	安徽	民族	汉	
身份证号	340503197907150418		归国人员	是	归国时间	2008年01月01日	
技术职称	技术总监		最高学历	博士研究生	最高学位	博士	
毕业学校	瑞典查尔莫斯理工大学		毕业时间	2007.6	所学专业	半导体加工和封装技术	
电子邮箱	pengsun@ncap-cn.com		办公电话	0510-66679356	移动电话	13817637646	
通讯地址	江苏省无锡市新吴区菱湖大道200号				邮政编码	214135	
工作单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				行政职务	技术总监	
二级单位					党派	中国共产党	
完成单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				所在地	江苏无锡	
					单位性质	民企	
参加本项目的起止时间	2013年1月至2018年12月						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>具体负责该项目中的晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术开发，规划及实施。攻克微凸点工艺的多项技术难题，对项目发明点3有集中贡献，见于核心知识产权5、7及“2.5D TSV硅转接板制造及系统集成技术”鉴定证书附件等。确定硅通孔三维集成界面分层开裂的位置和分析失效的原因，最终通过工艺改进提高了微凸点可靠性。本项目内获得发明专利授权8项，发表论文5篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获2018年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第五，证书编号2018电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>			

姓名	戴风伟	性别	男	排名	6	国籍	中国
出生年月	1978年11月17日		出生地	内蒙古	民族	汉	
身份证号	150425197811170016		归国人员	否	归国时间		
技术职称	副研究员		最高学历	硕士研究生	最高学位	硕士	
毕业学校	北京科技大学		毕业时间	2007.3	所学专业	材料学	
电子邮箱	dai.fengwei@ime.ac.cn		办公电话	0510-66678652	移动电话	18661290065	
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路3号				邮政编码	100029	
工作单位	中国科学院微电子研究所				行政职务	副部长	
二级单位					党派		
完成单位	中国科学院微电子研究所				所在地	北京	
					单位性质	事业	
参加本项目的起止时间		2011年4月至2018年12月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>负责 TSV-CIS 芯片、指纹芯片 TSV 等封装集成开发项目，对项目发明点 2, 3 均有突出贡献，见核心知识产权 1、2、4。其中 TSV-CIS 产品已投入规模化生产，在不提高成本的同时，提高了互联密度，大幅度拓展了 CIS 芯片产品的应用领域和技术附加值。指纹芯片产品采用 via-last TSV 封装结构，两款模组达到客户技术要求，受到客户的好评。本项目内获得发明专利授权 5 项，发表论文 14 篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获 2018 年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第六，证书编号 2018 电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p>		
<p>本人签名：</p>					<p>单位（盖章）</p>		
<p>年 月 日</p>					<p>年 月 日</p>		

姓 名	肖智轶	性别	男	排 名	7	国 籍	中国
出生年月	1977 年 3 月 7 日		出 生 地	甘 肃 省 天 水 市	民 族	汉	
身份证号	510106197703072533		归国人员	否	归国时间		
技术职称	其他职称		最高学历	博士研究生	最高学位	博士	
毕业学校	复旦大学		毕业时间		所学专业	集成电路封装技术	
电子邮箱	Aimo_ks@ht-tech.com		办公电话	17714266303	移动电话	17714266303	
通讯地址	江苏省昆山市龙腾路 112 号				邮政编码	215300	
工作单位	华天科技（昆山）电子有限公司				行政职务	总经理	
二级单位					党 派	无党派	
完成单位	华天科技（昆山）电子有限公司				所 在 地	江苏省苏州市	
					单位性质	民营企业	
参加本项目的起止时间	2015 年 1 月 至 2018 年 12 月						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>通过科学的管理方法，协调研发团队和工程团队合作，深入参与了焊盘平面互连后通孔三维晶圆级封装技术的攻关，见核心知识产权 8。推动开展了国产设备和新材料应用验证，通多快速建立起规模化量产团队和量产能力，带领市场团队开展新技术市场开拓。同时协调技术、工程、生产、质量各部门提高产品良率，降低成本，为相关技术在图像传感器芯片封装产品、指纹识别芯片封装产品的规模化量产做出了突出贡献。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“焊盘通孔全填充的 12 吋图像传感芯片 WLCSP 封装技术”获 2017 年江苏省科学技术三等奖，排名第一，证书编号 2017-3-7-D1。因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获 2018 年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第七，证书编号 2018 电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>			

姓名	耿菲	性别	男	排名	8	国籍	中国
出生年月	1980年12月31日		出生地		民族	汉	
身份证号	410305198012312011		归国人员	否	归国时间		
技术职称	高级工程师		最高学历	博士研究生	最高学位	博士	
毕业学校	中国科学院上海微系统与信息技术研究所		毕业时间	2009.7	所学专业	微电子学与固体电子学	
电子邮箱	feigeng@ncap-cn.com		办公电话	0510-66670326	移动电话	18018388618	
通讯地址	江苏省无锡市新吴区菱湖大道200号				邮政编码	214135	
工作单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				行政职务	高级经理	
二级单位					党派		
完成单位	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				所在地	江苏省无锡市	
					单位性质	民营企业	
参加本项目的起止时间		2013年5月至2018年12月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>主要负责晶圆级封装、晶圆级微凸点技术相关开发工作，对项目发明点3有突出贡献，见核心知识产权7。采用改进型微凸点电镀工艺方法，实现无空洞、无缺陷的小尺寸、高密度铜凸点制备，并实现12吋兼容8吋微凸凸点技术的量产开发。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>因“以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用”项目获2018年北京市科学技术奖技术开发类二等奖，排名第九，证书编号2018电-2-001。</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p> <p>工作单位声明：本单位对该完成人被提名无异议。</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>			

姓名	刘卫东	性别	男	排名	9	国籍	中国
出生年月	1985.10.11		出生地	山西	民族	汉	
身份证号	142303198510110133		归国人员	否	归国时间	否	
技术职称			最高学历	本科	最高学位	学士	
毕业学校	西安电子科技大学		毕业时间	2008.07	所学专业	微电子学	
电子邮箱	Wade.liu@ht-tech.com		办公电话	02981319382	移动电话	15353636535	
通讯地址	陕西省西安市经济技术开发区凤城五路 105 号				邮政编码	710018	
工作单位	华天科技（西安）有限公司				行政职务	研究院院长	
二级单位					党派		
完成单位	华天科技（西安）有限公司				所在地	西安	
					单位性质	民营	
参加本项目的起止时间	2011 年 11 月 至 2018 年 12 月						
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>领导研发了指纹芯片的系统级封装工艺，解决了 TSV 封装的指纹传感器和控制芯片的系统集成中的一系列难题，包括倒装互连、裸漏塑封以及超小翘曲封装的技术挑战，见核心知识产权 9；领导研发了 16nm 高性能计算芯片的倒装封装技术，解决了 low-k 芯片的高功率、大电流、高可靠性封装技术难题。进一步带领工程团队，将上述产品成功导入量产，取得了巨大的经济和社会效益。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>无</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p>			
<p>本人签名：</p>				<p>单位（盖章）</p>			
<p>年 月 日</p>				<p>年 月 日</p>			

姓名	尹雯	性别	女	排名	10	国籍	中国
出生年月	1983年1月31日		出生地	天津市	民族	汉	
身份证号	120106198301315549		归国人员	否	归国时间		
技术职称	高级工程师		最高学历	博士研究生	最高学位	博士	
毕业学校	中国科学院半导体研究所		毕业时间	2011.4	所学专业	材料物理与化学	
电子邮箱	yiw@ime.ac.cn		办公电话	010-82995675	移动电话	13810488624	
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路3号				邮政编码	100029	
工作单位	中国科学院微电子研究所				行政职务	无	
二级单位					党派		
完成单位	中国科学院微电子研究所				所在地	北京	
					单位性质	事业	
参加本项目的起止时间		2011年5月至2018年12月					
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>项目主要负责基于硅通孔的三维封装/微组装加工工艺开发，芯片尺寸晶圆级封装及晶圆级微凸点制造、可靠性机理研究，见核心知识产权 10. 主要负责实际参与多种结构 WLCSP 产品、FC+WB 堆叠封装产品的组装、测试、可靠性及后续产品导入工作。项目内获授权专利 3 项，发表文章 2 篇。</p>							
<p>曾获国家科技奖励情况：</p> <p>无</p>							
<p>声明：本人同意完成人排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。该项目是本人本年度被提名的唯一项目。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>				<p>完成单位声明：本单位确认该完成人情况表内容真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。</p>			
<p>本人签名：</p>				<p>单位（盖章）</p>			
<p>年 月 日</p>				<p>年 月 日</p>			

九、主要完成单位情况表

单位名称	中国科学院微电子研究所				
排 名	1	法定代表人	叶甜春	所 在 地	北京
单位性质	研究院所	传 真		邮政编码	100029
通讯地址	北京市朝阳区北土城西路 3 号				
联 系 人	杜佳	单位电话	010-8299589	移动电话	13466677866
电子邮箱	dujia@ime.ac.cn				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：					
<p>中国科学院微电子研究所组织攻关团队负责硅通孔核心技术开发，在 TSV 深孔刻蚀、清洗、背面 TSV 蚀露技术、转接板临时键合拆键合、窄节距凸点制备等关键工艺上取得突破，并派出技术骨干深入企业，参与基于 TSV 转接板的三维集成成套技术、基于 via-last TSV 的三维集成成套技术和晶圆级高密度微凸点工艺开发。参与深孔膜厚检测技术开发，可用于 TSV 孔底介质层厚度、表面膜厚等，相关设备已在国内 10 家业内龙头企业应用。在工艺开发基础上，开展了应用技术研究，搭建了产品导入平台，涵盖三维封装集成技术的工艺、电、热、机械仿真设计与测试等各大关键环节，并开展高端封装产品应用研究和可靠性与失效机理研究等。并成功应用于移动通讯、大数据传输、物联网、消费类电子以及重大物理科学装置等多个领域。同时，中国科学院微电子研究所开创并实践了科研院所、孵化公司、一线生产企业紧密合作的创新型产学研模式，健全技术转移和产业化服务体系。</p>					
<p>声明：本单位同意完成单位排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

单位名称	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司				
排 名	2	法定代表人	曹立强	所 在 地	江苏省无锡市
单位性质	民营企业	传 真		邮政编码	
通讯地址	江苏省无锡市菱湖大道 200 号 D1 栋				
联 系 人	林已延	单位电话	0510-666793	移动电话	13915354556
电子邮箱	siyanlin@ncap-cn.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：					
<p>华进半导体封装先导技术研发中心有限公司是中国科学院微电子研究所利用核心技术孵化成立的高技术民营企业，依托微电子所封装中心科研人员团队及技术储备，对硅通孔转接板、封装集成及相关技术进行了深度二次开发，形成了以硅通孔为核心的多条三维系统级封装发展路线，包括基于硅转接板的三维集成成套技术、基于 via-last TSV 的三维集成成套技术和晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术等。与设计、晶圆制造、封测、材料和设备企业紧密联系，形成贯穿等产业链上下游协作发展模式，推动装备和材料国产化。典型客户有无锡微奥科技有限公司、苏州微文半导体科技有限公司、中电科集团 58 所、天津华海清科机电科技有限公司、上海交通大学、华为公司等。典型应用产品主要有指纹芯片封装、图像传感器（CIS）芯片封装、高能物理探测器、高速光收发模块、高频 SiP 模组等高端产品。应用本项目技术，2016 年度公司实现销售额 2411.69 万元，2017 年度新增销售额 4042.51 万元，2018 年度实现销售额 5525.99 万元，近三年共计 11980.19 万元。</p>					
<p>声明： 本单位同意完成单位排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

单位名称	华天科技（昆山）电子有限公司				
排 名	3	法定代表人	肖智轶	所 在 地	江苏省昆山市
单位性质	民营企业	传 真	05125035386	邮政编码	215300
通讯地址	江苏省昆山市经济技术开发区 龙腾路 112 号				
联 系 人	王瑾	单位电话	0512-503538	移动电话	17397931276
电子邮箱	jinwang_ks@ht-tech.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：					
<p>华天科技（昆山）电子有限公司具有多年超大规模集成电路先进封装及测试生产经验，与本项目其他完成单位中科院微电子所、华进半导体及华天科技（西安）公司联合开发 TSV 相关技术，并拓展量产应用范围。国内外主要客户有华为、汇顶、格科微等企业，相关产品主要有：影像传感芯片与模组封装、指纹传感器与模组封装、晶圆级传感器封装测试、晶圆级凸点封装、晶圆级 CSP 产品、倒装芯片封装、多芯片堆叠的 3D 封装等，近三年累计出货量超过 29.92 万片晶圆，共实现销售收入总额 51539.17 万元。</p>					
<p>声明： 本单位同意完成单位排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

单位名称	华天科技（西安）电子有限公司				
排 名	4	法定代表人	肖胜利	所 在 地	陕西.西安
单位性质	民营	传 真	0298610606	邮政编码	710018
通讯地址	陕西省西安市经济技术开发区凤城五路 105 号				
联 系 人	朱凯	单位电话	02981319382	移动电话	13572940664
电子邮箱	Kai.zhu@ht-tech.com				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：					
<p>华天科技（西安）有限公司在对指纹市场和技术充分调研的情况下，结合自身的技术优势，提出了 TSV+FC 的电容式指纹封装解决方案，将指纹传感器和控制芯片通过倒装工艺与基板互连，再通过裸露塑封完成 LGA 形式的系统级封装，产品成功应用于华为 Mata 9 pro、P10 、P10 plus 等旗舰手机。解决 16nm lowK 高性能计算芯片在凸点制备以及倒装技术中带来的 CPI 问题，采用铜柱凸点，无核基板以及裸露塑封工艺，满足瞬间电流 20A 的高性能计算芯片高散热要求，通过对基板材料及结构的设计优化，封装工艺中特殊夹治具和关键工艺参数的 DOE 验证，解决了 Low-K 芯片容易产生的 PA Crack, ELK Crack 等严重影响产品质量和可靠性的问题。</p> <p>华天科技（西安）有限公司的 16nm 高性能 FCLGA封装、硅通孔指纹 FCLGA等产品，近三年累计出货量达29817万颗。2016 年新增销售47729 万元，2017年新增销售96430万元，2018年1-11月新增销售48010.6万元，三年累计销售收入共19.22亿元。</p>					
<p>声明： 本单位同意完成单位排名，遵守《国家科学技术奖励条例》及其实施细则的有关规定，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，保证积极配合调查处理工作。</p>					
法定代表人签名：			单位（盖章）		
年 月 日			年 月 日		

完成人合作关系说明

该项目由中国科学院微电子研究所、华进半导体封装先导技术研发中心有限公司、华天科技（昆山）电子有限公司、华天科技（西安）电子有限公司通过产学研合作的形式共同完成。项目参与单位和各完成人团结合作，分工明确，为项目的成功实施和完成做出了贡献。

2011年中国科学院微电子研究所与昆山西钛微电子科技有限公司，天水华天科技股份有限公司签订协议，建设联合实验室开发硅通孔为基础的先进封装技术。其中昆山西钛微电子科技有限公司即华天科技（昆山）前身，华天科技（昆山）、华天科技（西安）均系天水华天科技股份有限公司的全资子公司。2012年9月中国科学院微电子研究所和集成电路封测产业龙头企业江阴长电科技股份有限公司、南通富士通微电子股份有限公司、天水华天科技股份有限公司、深南电路有限公司5家单位共同投资在无锡新区正式注册成立了华进半导体封装先导技术研发中心有限公司，后又新增苏州晶方、安捷利（苏州）、中科物联、兴森快捷、国开基金五家股东。2013年项目得到国家02科技重大专项的支持，由华进半导体牵头，承担了“三维系统级封装/集成先导技术研究”（2013ZX02501）、“高密度三维系统集成技术开发与产业化”（2014ZX02501）等项目的研发，在300mm硅通孔（Through Silicon Via，简称TSV）转接板制造、via-last TSV、2.5D/3D系统集成、晶圆级高密度微凸点和倒装芯片封装成套技术等领域开展创新研究，构建了较为系统的先进封装技术体系，并实现了产品应用。

项目完成人曹立强、李君、戴风伟、尹雯均为中科院微电子所与华进公司双跨工作人员，协同华进公司张文奇、孙鹏、耿菲共同完成高密度三维系统集成技术开发与产业化研究项目，并与华天科技（昆山）电子有限公司、华天科技（西安）电子有限公司成立联合研发团队，华天科技成员包括于大全、肖智轶、刘卫东等骨干技术人员。联合团队深入产线密切合作，协作进行了TSV-CIS、指纹识别芯片、AP+DDR集成封装、硅通孔孔底膜厚测量原理样机等多款产品的研发、应用和推广，实现了可观的经济价值和社会价值。

上述合作关系介绍准确无误，证明材料真实可靠，并得到各参与单位和人员的共同确认。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同参与科技项目	曹立强, 张文奇, 李君, 孙鹏, 戴风伟, 耿菲, 尹雯。	2013.1-至今	硅通孔转接板成套技术	项目验收意见, 核心知识产权1、3、4等	
2	建设联合实验室	曹立强, 于大全, 李君, 刘卫东, 戴风伟, 尹雯。	2011.3-至今	基于TSV的电子封装技术	联合实验室协议	
3	项目联合研发团队	曹立强, 于大全, 戴风伟, 刘卫东。	2013-至今	TSV-CIS封装技术	联合研发结题证明	