

# 推荐北京市科学技术奖候选项目公示

我单位推荐下列项目申报 2018 年度北京市科学技术奖，特进行公示。公示期：2018 年 4 月 2 日至 2018 年 4 月 9 日，公示期内如对公示内容有异议，请您向 科技处 反映。

联系人及联系电话：李平 杜佳 82995506/5891

## 一、项目名称

以硅通孔为核心的三维系统集成技术及应用

## 二、候选单位

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

## 三、候选人

1、曹立强, 2、于大全, 3、张文奇, 4、李君, 5、孙鹏, 6、戴风伟, 7、肖智轶, 8、王启东, 9、耿菲, 10、黄小花, 11、周鸣昊, 12、于中尧, 13、尹雯, 14、刘丰满, 15、徐健

## 四、项目简介.

集成电路是信息时代的命脉产业，严重影响国家战略和产业安全，封装是集成电路制造产业链中的重要一环。先进封装在产品超薄化、低成本和多功能应用中逐步显示出巨大潜力，也面临着战略性瓶颈问题。随着全球产品技术升级，国内与国际一流企业仍有较大差距，急需具备自主知识产权的先进封装成套技术突破国外企业的专利壁垒和技术垄断。

“以硅通孔为核心的三维系统集成技术”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）电子有限公司承担，以硅通孔（TSV）技术为突破口，国内率先实现了 12 吋 TSV 转接板的制造。在此基础之上重点开发了

via-last TSV、晶圆级封装等先进工艺，构建了较为完整的三维系统集成封装技术体系。

技术创新点包括：

1) 成功研制了基于 TSV 转接板的三维集成成套技术。突破了深孔 TSV 清洗、湿法 TSV 背面工艺、窄节距微凸点制造等关键技术难点。提高了加工效率，降低了工艺成本，其中清洗速度提高 25%，实现侧向钻蚀小于 0.5um，最小 15um/8um 微凸块制备。最终形成的 8 吋/12 吋 TSV 硅转接板制造成套技术中核心设备国产化率超过 60%。

2) 结合产业实际需求开发了基于 via-last TSV 的三维集成成套技术。突破了介质层干法刻蚀关键工艺，克服了激光开孔电性较差、电路失效、可靠性风险高等缺点。研发了高深宽比直孔 via-last TSV 制造的成套核心工艺，提高封装密度，减小互连寄生。通过倒装结合裸芯片塑封实现了薄型低翘曲 SiP 集成封装，深槽刻蚀角度控制在 60-70°。

3) 开发了深孔 TSV 测试设备并投产应用：开发了 TSV 深孔测试机台，用于 TSV 孔底介质层厚度、表面膜厚等。设备膜厚测量准确性 Typical<1%，静态重复性 Typical<0.03%，该设备已在国内 10 家企业应用。

本项目围绕核心技术获发明专利 133 项，实用新型专利 17 项，其中获美国发明专利 2 项。发表论文 80 余篇，得到了国内外学术同行的广泛关注和认同。

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。上述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。基于 TSV 转接板封装的屏下指纹产品已在 ViVo X21 全面屏手机首先量产应用；基于 via-last TSV 封装的指纹模组已在华为 Mate9、P10 等产品应用。近三年以来，本项目共产生直接经济效益 4.78 亿元，实现利润近 5 千万，间接经济效益超过 1 亿元。

## 五、主要证明目录

5.1 知识产权目录(只填已授权知识产权证明, 按重要程度排序, 限 10 个)							
序号	知识产权类别	授权项目名称	国(区)别	授权号	授权公告日	发明人	权利人
1	发明专利权	一种通孔结构及其制作方法	中国	ZL201310317725.9	2015-10-14	曹立强, 戴风伟	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
2	发明专利权	一种三维互连结构及其制备方法	中国	ZL201310456142.4	2016-09-21	李君, 曹立强, 戴风伟	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
3	发明专利权	一种背照图像传感器的制造方法	中国	ZL201310182844.8	2016-06-01	张文奇	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
4	发明专利权	TECHNIQUES FOR FABRICATING FINE-PITCH MICRO-BUMPS	美国	14276481	2015-10-29	张文奇	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
5	发明专利权	一种 TSV 转接板及其制造工艺	中国	ZL201410450356.5	2017-02-01	何洪文, 孙鹏, 曹立强	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
6	发明专利权	一种 TSV 背面漏孔的封装结构及方法	中国	ZL201310106597.3	2015-10-14	于大全, 薛恺	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
7	发明专利权	A TSV Backside Reveal Structure and Exposing Process	美国	14071459	2015-07-07	张文奇, 顾海洋, 宋崇申	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司

							司
8	发明专利权	高深宽比微结构中底部电极表面的检测装置和检测方法	中国	ZL201410251035.2	2016-07-13	于中尧	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
9	发明专利权	具有金属垂直互连结构的转接板及其制作方法	中国	ZL201110362333.5	2013-11-13	于大全,戴风伟	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司
10	发明专利权	晶圆级芯片 TSV 封装结构及其封装方法	中国	ZL201410003908.8	2017-09-15	万里兮, 黄小花, 沈建树, 王晔晔, 钱静娴, 翟玲玲	华天科技(昆山)电子有限公司
<b>5.2 成果形成的标准目录(限 10 个)</b>							
<b>序号</b>	<b>标准名称</b>	<b>类别</b>	<b>标准号/备案号</b>			<b>候选单位是否为标准的起草的单位</b>	

## 五、主要证明目录

5.3 国家法律法规要求的行业批准文件目录（限 10 个）						
序号	批准文件名称	产品名称	批准单位	批准时间	批准有效期	申请单位
5.4 第三方评价证明目录（检测报告、结题验收证明、同行评议、成果鉴定证书等，限 10 个）						
序号	评价证明类别	项目名称	第三方单位(人)	评价时间	评价结论（意见）摘要 （限 30 字）	
1	检测报告	TSV 转接板芯片第三方检测报告	江苏省电子信息产品质量监督检验研究院	2016-03-29	TSV 孔径 10um, RDL 最小 5um/5um, 深宽比 1:10, 微凸点最小节距 40um	
2	结题验收证明	项目结题证明	02 重大专项实施管理办公室	2017-12-30	“三维系统级封装/集成先导技术研究”项目通过验收	
3	同行评议	同行评议	Yole development	2016-07-29	认定为具备拥有 Fan-In（WLCSP）bumping 制备能力的中国大陆企业	
4	成果鉴定证书	TSV 新产品鉴定证书	江苏省经济和信息化委员会	2016-12-03	认定该技术综合性能达到国际先进水平	
5	成果鉴定证书	TSV 直孔封装技术	江苏省经信委	2014-12-13	该技术达到国内先进水平,通过省级新技术鉴定	
6	成果鉴定证书	指纹传感器	江苏省经信委	2015-11-07	达到国内先进水平,通过省级新技术鉴定	
7	成果鉴定证书	图像传感器技术鉴定	江苏省经信委	2015-11-07	通过省级新技术鉴定	
8	成果鉴定证书	三维芯片封装技术	江苏省经信委	2016-12-26	通过省级新技术鉴定	
9	成果鉴定证书	CIS UT 封装	江苏省经信委	2014-12-13	达到国内先进水平,通过省级新技术认定	
10	成果鉴定证书	指纹识别芯片	江苏省经信委	2014-12-13	达到国内先进水平,通过省级新产品鉴定	

## 五、主要证明目录

5.5 近三年直接经济效益证明目录 (限 10 个)							
序号	候选单位	证明材料种类	名称 (限 20 字)	证明方	效益产生日期	项目收入 (万元)	备注
1	中国科学院微电子研究所	项目收入明细表	微电子所销售收入明细	圣邦微电子、北京科技大学等	2017-12-30	35.5	2015.1-2017.12 收入
2	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	销售合同	TSV 转接板销售合同	中电 58 所	2015-07-08	26.6	
3	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	销售合同	TSV 封装委托开发合同	中国科学院高能物理研究所	2015-12-14	29.68	
4	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	销售合同	TSV 晶圆销售合同	安集微电子 (上海) 有限公司	2016-01-15	30	
5	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	技术转让合同 (协议)	封装技术开发协议书	上海集成电路研发中心有限公司	2017-06-01	243.8	
6	华进半导体封装先导技术研发中心有限公司	项目收入明细表	2015-2017 项目收入明细	华为、中电 58 所等	2017-03-30	6813.37	为总数 7143.45 扣除四个大额合同后金额
7	华天科技 (昆	销售发票	格科发票	格科微电子 (上海) 有限公司	2017-02-11	3	单笔发

	山)电子有限公司						票 3 万, 整笔订单金额 886 万
8	华天科技(昆山)电子有限公司	销售发票	FPC 发票	FPC 公司	2017-06-27	89	单张发票 89 万, 整笔订单 989.9 万
9	华天科技(昆山)电子有限公司	销售发票	汇顶发票	深圳市汇顶科技股份有限公司	2017-03-08	114.76	单张发票 114.76 万, 整笔订单 792 万
10	华天科技(昆山)电子有限公司	项目收入明细表	华天收入明细表	格科微电子, 北京思比科微电子等	2017-12-31	40455.19	总额为 40661.94 扣除三个发票金额

合计: 47840.9

#### 5.6 应用证明材料目录 (限 10 个)

序号	应用单位名称	应用成果名称	应用单位联系人	电话	应用起始时间	应用完成时间	应用单位产生的经济效益 (万元)
1	安集微电子科技(上海)股份有限公司	TSV 研磨液	荆建芬	021-20693255	2014-05-01	2015-12-30	
2	深圳中科飞测科技有限公司	TSV 深孔检测机台	马鸿建	18964396661	2015-09-01	2017-12-30	3000
3	华天科技(西安)有限公司	基于 TSV 的三维封装技术	朱凯	13572940664	2016-01-01	2017-06-30	7740.2

## 五、主要证明目录

5.7 代表性论文、著作发表情况 (限 10 篇)					检索机构							
序号	论文(著作)名称	刊名/出版社	影响因子	发表时间 (年月日)	通讯作者	第一作者	论文全部作者	SCI 他引 次数	EI 他引 次数	他引 总次 数	年卷期页码	是否 国内 完成
1	Deep dry etching of fused silica using C4F8/Ar inductively coupled plasmas	J Mater Sci: Mater Electron	2.019	2016-08-20	曹立强	林来存	林来存, 靖向萌, 刘丰满, 尹雯, 于大全, 曹立强				2017 28:480 - 486	是
2	Silicon interposer process development for advanced system integration	Microelectronic Engineering	1.806	2015-11-26	张文奇	张文奇	张文奇, 宋崇申, 薛恺				156 (2016) 50 - 54	是
3	Fine pitch Cu/Sn solid state diffusion bonding for advanced three-dimensional chip stacking	Japanese Journal of Applied Physics	1.384	2015-01-14	张文奇	张文奇	张文奇				54, 030203 (2015)	是
4	Development and reliability study of 3D WLCSP for CMOS image sensor using vertical TSVs with 3:1 aspect ratio	Microsystem Technologies	1.195	2017-01-11	于大全	肖智轶	肖智轶, 姚明军, 于大全, 周鸣昊, 戴风伟				(2017) 23:4879 - 4889	是
5	High Frequency Characterization and Analysis of Through Silicon Vias and	Microsystem Technologies	1.195	2014-12-28	于大全	王惠娟	王惠娟, 任晓黎, 周静, 庞诚, 宋崇				22(2), 337 - 347, 2016	是

	Coplanar						申, 戴风伟, 薛恺, 姜峰, 于大全, 万里兮					
6	Experimental and Numerical Study of 3D Stacked Dies under Forced Air Cooling and Water Immersion cooling	Microelectronics Reliability	1.371	2017-05-15	曹立强	邱德龙	邱德龙, 曹立强, 王启东, 侯峰泽, 王旭刚				74, 34 - 43, 2017	是
7	Fabrication and performance analysis of a high-coupling-efficiency and convenient-integration optical transceiver	Optoelectronics Letters		2017-04-06	曹立强	何慧敏	何慧敏, 刘丰满, 薛海韵, 吴鹏, 宋曼谷, 孙瑜, 曹立强				13(4), 0250-0253, 2017	是
8	Design and fabrication of a small-form transmitter optical subassembly for 100Gbps short reach optical interconnect	Microwave and Optical Technology Letters	0.731	2017-05-11	曹立强	刘丰满	刘丰满, 何慧敏, 薛海韵, 宋曼谷, 戴风伟, 孙瑜, 吴鹏, 曹立强				59(12), 3181-3185, 2017	是
9	Study on a Conformal Shielding Structure with Conductive Adhesive Coated on Molding Compound in 3D Packages	IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility	1.658	2016-02-03	曹立强	何毅	何毅, 李君, 田更新, 刘丰满, 曹立强				58(2), 442-447, 2016	是

10	Design of a compact silicon-based integrated passive band-pass filter with two tunable finite transmission zeros	Microelectronics Journal	1. 163	2016-01-19	于大全	潘杰	潘杰, 王惠娟, 田更新, 曹立强, 于大全				49, 43-48, 2016	是
----	--	--------------------------	--------	------------	-----	----	------------------------	--	--	--	-----------------	---

## 五、主要证明目录

5.8 本项目曾获科技奖励情况					
序号	获奖项目名称	获奖时间	奖励名称	获奖等级	授奖部门
1	基于 TSV 的 2.5D/3D 封装制造及系统集成技术	2018-01-15	2017 年中国电子学会科学技术奖	二等奖	中国电子学会