



# 芯 录

雷珍民题

2018年9月 总第2期

封面人物 | **张健**

## 新时代的企业家精神

人物访谈

不同的角色，演绎别样的精彩

-西安电子科技大学“师德标兵”张玉明教授

行业报告

集成电路技术与三维集成

-西安电子科技大学党委副书记 杨银堂教授



# 卷 录

雷珍民题

## 西电微电子行业校友会

### 会刊编委会

#### 主办：

西安电子科技大学 微电子行业校友会

#### 总顾问：

杨银堂

#### 总策划：

黄学良 张玉明 黄伟

#### 总编：

游海龙 韩光

#### 编委：

张士红 孙斌 朱媛 马玲玲 李洪波  
李春阳 戴晓梅 黄鑫 张炜 邱志雄  
何滇

## 繁星耀九洲 明月寄相思



亲爱的校友、支持母校发展、关注行业校友会成长的家人、朋友们：

繁星耀九洲，明月寄相思！

感谢您对母校及微电子行业校友会的关心支持和爱护，值此中秋、国庆佳节之际，西安电子科技大学微电子行业校友会祝海内外全体校友、家人及朋友们中秋、国庆双节快乐、阖家团圆、万事如意、幸福安康！并真诚地向您道一声：谢谢！

皓月当空，情聚中秋。让我们共赏明月，共寄相思，共谱校友和母校发展新篇章，共创微电子行业发展新辉煌！

西安电子科技大学微电子行业校友会

二零一八年九月

# 目录

## 01 封面人物

新时代的企业家精神-张健 ..... 01



## 02 今日西电

学校动态 ..... 03

学院动态 ..... 08



## 03 芯缘会动态

2017-2018西电微电子行业校友会情况汇报 ..... 11

活动掠影 ..... 20



## 04 人物访谈

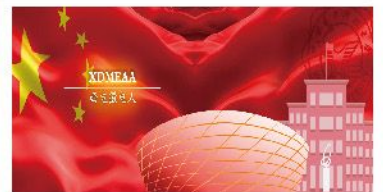
不同的角色，演绎别样的精彩 ..... 25  
-西安电子科技大学“师德标兵”张玉明教授



## 05 校友与校友企业风采

彭茂平/芯连芯 ..... 27

张博/博瑞集信 ..... 27



## 06 行业报告

集成电路技术与三维集成-杨银堂教授 ..... 30

碳化硅功率器件现状-张玉明教授 ..... 44



## 07 校友来稿

芯片后端设计工程师是否会被人工智能算法取代? ..... 55  
-王焱龙、邸志雄、许舒六



## 08 人文哲学

论大数据时代行为“可数据化”的人文关怀 ..... 57  
-李莹、朱锋刚



## 01 封面人物



## 新时代的企业家精神

——西电78级校友、西电微电子行业校友会副理事长 张健



张健，西电78级校友，西电微电子行业校友会副理事长。工商管理硕士，高级工程师，现任无锡市电子仪表工业有限公司董事长、总经理，兼任江苏省企业家协会副会长、无锡市工商联副主席、无锡市政协常委、无锡市企业家协会副会长、无锡市APEC商务协会会长、无锡电子工业协会会长、无锡市慈善总会副会长、无锡市光彩事业促进会副会长。先后获得全国电子信息行业杰出企业家、江苏省优秀企业家、江苏省劳动模范、第三届江苏慈善奖十大最具爱心慈善捐赠个人、无锡市劳动模范、无锡市优秀政协委员、无锡光彩公益之星、无锡市十大杰出锡商人物等荣誉称号。

张健始终坚持创新发展的理念，带领企业创新创造，主动在公司设立技术研发中心，带动企业在技术创新和新产品开发方面取得丰硕成果，获得各类知识产权140项，其中17项自主知识产权被评为省级高新技术产品，公司被省教育厅命名为“江苏省企业研究生工作站”，并与江南大学共同成立“江南大学无锡电仪研发中心联合实验室”。为适应经济发展新常态，张健推动公司先后实施了五次大规模技术改造，共投入资金10多亿元，实施了“智能手机用高清液晶显示模块自动化生产技术改造项目”，新增产值150亿元。目前，公司共有投资企业15家（其中独资及控股企业10家，参股企业5家）；2016年公司（含参股企业）共完成销售223亿元，实现利税9亿元。在张健的带领下，公司先后荣获“江苏省高新技术企业”“江苏省文明单位”“工业强省六大行动重点项目单位”“江苏省明星企业”、“无锡市文明单位”“无锡市百强民营企业”、“无锡市和谐劳动关系先进企业”“无锡市劳动保障诚信企业”“无锡市锡商英才强企业示范点”、“无锡市非公经济人士理想信念

教育实践活动示范点”、“无锡市五一劳动奖状”“无锡市工人先锋号”及首届“无锡慈善突出贡献奖”。



### 把创新作为引领发展的第一动力

无锡市电子仪表工业有限公司以创新为战略，以研发促转型，设有技术研发中心，注重企业技术创新和新产品开发。迄今获各类知识产权140项（其中发明专利10项，实用新型专利56项，外观设计专利29项，计算机软件著作权18项，集成电路布图设计27项）。

已有17个自主知识产品被评为省级高新技术产品，被省教育厅命名为“江苏省企业研究生工作站”，并与江南大学共同成立“江南大学无锡电仪研发中心联合实验室”，有16项新产品研发项目获得政府备案。



近年来，无锡市电子仪表工业有限公司实施了五次较大规模技术改造，共投入资金10多亿元，引进了十八条高端智能手机模块自动生产线，实施了“智能手机用高清液晶显示模块自动化生产技术改造项目”，新增产值150亿元，大大提高了企业智能化制造水平，对上下游产业起到了积极带动作用。

2017年10月，无锡市电子仪表工业有限公司与西安电子科技大学合作，成立了郝跃院士专家工作站，为企业化合物半导体技术发展提供技术支持，培养科技人才，开发石墨烯功能电路，为产业化转化奠定基础，构建了以市场为导向，企业为主体，高校院所为支撑的产业科技创新体系。



2017年，无锡市电子仪表工业有限公司与上琛安防设备制造（上海）有限

公司合作，生产SC-5604SDA多功能安全检测仪，该产品实现了技术的三合一：常规行包检测+液体检测+爆炸物检测，在液体检测上实现了非接触性的液体检测，在行包检测的同时就可实现对违禁液体的检查。对于目前常见的爆炸物和毒品均可实现报警，大大提升了检测效率和检测质量，技术上在国内处于领先水平。



### 深入践行“青年强，国家强；教育强，国家强”

在无锡市政协开展“委员进校园”活动中，分别来到江苏信息职业技术学院和无锡新区科技学院现身说法，结合自身创业实践经历以及身边创业案例，向大学生们讲述“创业与就业”，分享自己的创业心路历程。

2016年，无锡市电子仪表工业有限公司积极涉足智慧教育领域，与新东方教育集团合资组建互联网教育公司，在发挥自身多年从事高端制造业优势的同时，通过打造互联网+智慧教育领域创新生态系统，全面服务我国教育事业转型与发展。目前，OKAY智慧教育课堂已进入北京、河南、山东、江苏、浙江等地区一千多所学校，常态化使用老师六千余人，学生二十五万余人，提供“时时能学、处处可学、人人皆学、终生可学”的智慧教育服务。



无锡市电子仪表工业有限公司在发展的同时，不忘肩负的社会责任，自2007年起向市慈善总会冠名认捐500万元，从2009年起追加到1000万元。与市慈善总会推出的33名家庭贫困的无锡籍大学生结对助学，资助完成学业；在无锡市民工子弟学校（清河学校）设立“电仪天使助学基金”来保障外来民工子女享受公平义务教育权利；为支持地方高等教育事业发展，并与江南大学签订支教助学协议，每年出资25万元设立了“无锡电仪奖学奖教金”和“张健助学金”，用于奖励成绩优异学生和爱岗敬业教师，资助贫困学生完成学业等等。



在“纪念无锡慈善家陕州赈灾85周年光彩续写”活动中，张健连续三年赴三门峡开展助学活动。在三门峡湖滨区高庙乡捐建最美乡村医生马云飞卫生所，在西张村镇中学捐建了光彩书屋和电子备课室，为大山深处的病患和师生，送去了无锡企业家的真挚爱心。历年来无锡市电子仪表工业有限公司用于各类慈善公益事业的款项累计超过4000万元，得到了社会各界的高度赞誉。

## 02 今日西电



## 学校动态 /

## 梦回长安——

## 百万校友回归·西电专场签约3612亿

西电新闻网讯（记者 付一帆）5月27日，梦回长安—百万校友回归·西安电子科技大学专场项目签约仪式在陕西宾馆大会堂3—5会议室举行。陕西省委常委、西安市委书记王永康，西安市委副书记、市长上官吉庆，西电党委书记郑晓静，西电校长杨宗凯，西电杰出校友、联想控股股份有限公司董事长柳传志出席仪式。近400位来自各地的西电校友来西安欢聚一堂，共叙情谊、共话合作、共创未来。签约仪式由西安市委常委、常务副市长吕健主持，总签约金额为3612亿元。



签约仪式



陕西省委常委、西安市委书记王永康讲话



联想控股股份有限公司董事长柳传志发言



西电党委书记郑晓静讲话



西安市委常委、常务副市长吕健主持仪式



杨宗凯发表“校友回归振兴大西安倡议书”

仪式上，杨宗凯首先发表“校友回归振兴大西安倡议书”。他指出，学校迁校西安办学60周年以来，积极发挥电子信息学科的优势，深度融合西安建设，努力当好人才库、智力库和思想库。城市的未来、母校的发展、校友的事业密不可分、共生共荣。2017年以来，西安迎来黄金发展期，西安已腾飞为谋大事、干大事、成大事之地，一系

列务实、给力的举措，使西安跃升为全球创业投资的热土。

杨宗凯向海内外校友发出倡议：倡议大家优先选择到西安创新创业，在“大西安+一流西电+西电校友”命运共同体中，取得更大成功，为提升母校知名度 and 影响力、推动西安经济高质量发展做出新贡献；倡议大家持续关注支持母校和西安发展，积极支持母校这个永远的精神家园和西安这个“第二故乡”的建设发展。他表示，学校将当好桥梁与纽带，坚定支持大西安引资引智，全面支持校友在大西安的舞台上施展才华，在主动对接融合西安发展过程中，加快实现特色鲜明一流大学的奋斗目标。

随后，杨宗凯向校友企业家联谊会会长徐玉锁授“西安电子科技大学校友企业家联谊会”牌匾；王永康、郑晓静共同为西安发展研究院揭牌。



杨宗凯向校友企业家联谊会会长徐玉锁授“西安电子科技大学校友企业家联谊会”牌匾



王永康、郑晓静共同为西安发展研究院揭牌

在王永康、上官吉庆、郑晓静、杨宗凯、柳传志的共同见证下，“中国（西安）芯片小镇”等校友项目分八组进行了项目签约。据悉，本次签约的项柳传志发言中向广大校友发出了反哺母校、回馈西安的建议。他说，近两年

来，西安市取得了翻天覆地的变化。西安连续举办硬科技大会等大型活动，体现了西安要用开放来促动改革和发展的决心。他表示，西安有文化底蕴深厚和科技实力雄厚两大突出优势，要克服目前制约发展的不足之处，需要通过改革来逐步实现。开放就是西安进一步的改革，是往更高级改革的前奏。

柳传志表示，梦回长安的活动就是要将数百万西安的校友汇聚到西安，在融汇的过程中吸取百家之长，在传统文化的基础上，促进西安形成更加上进、更有追求、更有闯劲的新文化，将其落实到改革行动上并坚持下去，西安必将大放光彩，西安老百姓也会得到更大的实惠。他承诺，联想控股也将加大对西安的投资，为西安发展贡献力量。

郑晓静在讲话中说，西电扎根西安办学60年，始终坚持全心全意为人民服务的办学宗旨，秉承艰苦奋斗、自强不息、求真务实、爱国为民的西电精神，为国家经济社会发展培养了大批人才。一代代西电学子传承西电精神，在各行各业取得了卓越成就，在大西安诚聚天下英才的感召下，在母校事业快速发展的激励下，满怀热情的回到西安，以实际行动为大西安的繁荣发展贡献智慧和力量。她表示，除本次项目签约外，西电还将通过设立院士工作室、举办西电上市企业校友座谈会等形式，吸引更多高层次人才扎根西安。学校将切实发挥好桥梁纽带作用，为相关项目的顺利开展提供有力支持和服务。

郑晓静表示，学校衷心希望广大校友能够持续关注母校和大西安的建设发展，优先选择来西安创新创业，推动形成更加紧密的发展共同体，为西安加速实现国际化大都市发展愿景、为助力母校“双一流”建设做出更大贡献，共同谱写新时代城市、母校、校友融合发展的新篇章。

仪式的最后，王永康发表讲话。他说，梦回长安——百万校友回归·西电专场日签约项目逾3600亿元，创造了

校友回归专场的新纪录。他代表市委、市政府向西电和西电校友支持大西安发展表示衷心感谢。

王永康分享了西安与西电的共同发展取得的一系列骄人成绩。他表示，西安开展三大革命、实施三大新政、着力打造“3+1”万亿级大产业，投资环境越来越好，发展越来越快。王永康对进一步搭建校友回归平台、大力发展校友经济、全力服务保障签约项目提出了明确要求，表示将在以下六方面深化全面的新一轮的合作：

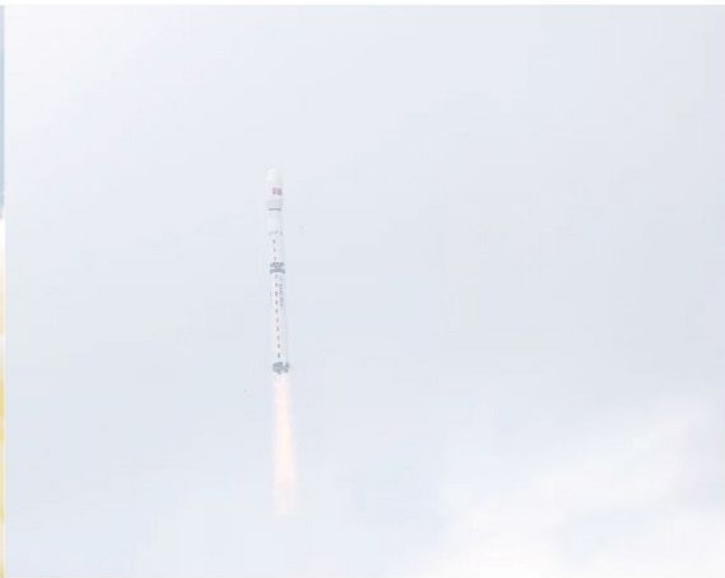
在创新方面，全力以赴支持西电双一流的建设；在创业方面，要重点推进中国西部军民融合创新谷建设；在产学研合作方面，要共同打造国家第五空间示范城市；在人才交流合作方面，深入挖掘西电的人才富矿；在合作载体建设方面，共同办好世界西商大会、全球硬科技创新大会和全球程序员节等三个大会；在服务保障方面，西安市委、市政府各级干部都要当好服务西电发展的金牌“店小二”。

王永康指出，西电的蓬勃发展离不开校友的鼎力支持，大西安的追赶超越、加快发展同样需要西电人做出新的贡献。他希望大家共同努力，早日把西电建成世界一流大学，把西安建设成为国家中心城市和引领一带一路亚欧合作交流的国际化大都市。

仪式上，参会代表还共同观看了西电校友回归专题片。

市委常委、市委秘书长卢凯，市委常委、副市长高果，政府副市长方光华，西咸新区管委会主任康军；西电党委副书记杨银堂，副校长李建东、蒋舜浩，党委副书记、纪委书记任应坤，副校长石光明，校长助理王泉、石峰出席了签约仪式。西安电子科技大学各部门、各学院、研究所负责人，市委、市政府相关单位主要负责人，各区县、开发区党政主要负责同志，其他驻市高校院所代表，C9高校西安校友会代表，以及西电师生代表共600余人参加了签约仪式。

## 西电研制图像压缩芯片 在高分十一号卫星成功应用



西电新闻网讯（通讯员 李云松）2018年7月31日，我国在太原卫星发射中心用长征四号乙运载火箭，成功将高分十一号卫星发射升空，卫星进入预定轨道。近日，高分十一号卫星传回了高清晰度遥感图像。高分十一号卫星总设计师李劲东、副总设计师曹京和郑小松向学校发来贺电，祝贺西电主持研制的高速图像压缩芯片“雅芯-天图”成功应用，为高分十一号卫星获取高分辨率遥感图像做出了重要贡献。

高分十一号卫星由航天科技集团五院抓总研制，是高分辨率对地观测系统国家科技重大专项安排的光学遥感卫星，地面像元分辨率最高可达亚米级，将主要应用于国土普查、城市规划、土地确权、路网设计、农作物估产和防灾减灾等领域，为“一带一路”等国家重大计划的实施提供信息保障。

高分十一号卫星中的数传系统采用了航天五院西安分院最新研制的第四代数传产品，数据处理能力较第三代系统

提高了6-7倍，所获取遥感图像的质量显著提高。由西电联合航天五院513所研制与生产的我国自主研制的首颗航天级高速图像压缩处理芯片“雅芯-天图”，为高分十一号卫星获取高质量遥感图像提供了重要技术支撑。在此之前，我国星上图像压缩系统均采用国外芯片，处理能力和可靠性都无法满足获取亚米级分辨率遥感图像的需求。

2011年，受高分专项委托，在卫星用户单位和航天五院的大力支持下，由西电图像传输与处理研究所李云松教授和吴成柯教授负责的团队牵头，联合航天五院513所技术团队承担了高速图像压缩芯片的研制和生产任务，并由航天五院李劲东总师、李立研究员担任了项目责任专家。

西电图像所团队在星载图像压缩领域具有近20年的研究基础，2001年在国家863项目支持下开始研制图像压缩芯片，2009年在国家新品元器件项目支持下成功研制出图像压缩芯片“雅芯

一号”。在此基础上，在学校微电子学院郝跃院士团队和国防科大陈书明教授团队的帮助和支持下，自2011年开始，经过四年多的艰苦努力，圆满完成了高速图像压缩芯片的研制与生产任务，并与航天五院西安分院共同研制了图像压缩单机，攻克了高速信号处理、力热设计等工程化问题。这颗由我国自主研制的航天图像压缩芯片在处理速度、压缩效率以及空间抗辐照性能等可靠性方面均超过国外同类芯片，是目前国内外最高技术水平的卫星图像压缩芯片。该芯片的成功应用保证了高分十一号卫星获得亚米级的高分辨率遥感图像。

图像所全体师生在欢庆高分十一号卫星图像压缩编解码系统在轨运行成功的同时，将积极投入我国首次火星探测任务中多个图像压缩编码系统和下一代图像压缩处理芯片的研制工作，争取为我国航天事业的发展做出更大的贡献。



# 西电在首届中国研究生创“芯”大赛 包揽28项大奖



西电新闻网讯（通讯员 程璐）8月12日，“华为杯”首届中国研究生创“芯”大赛决赛在厦门落下帷幕。来自全国48所高校的148支队伍进入决赛，经过现场设计、分组答辩与公开竞演三个环节的激烈角逐，共评出特等奖3项，一等奖10项，二等奖27项，三等奖105项，优秀组织奖11项，优秀指导教师奖12名。

其中，西电研究生一举斩获大赛28项大奖，成为全国魁首。所获奖项分别为特等奖1项，一等奖3项，二等奖6项，三等奖12项，华为专项二等奖1项，优秀组织奖1项，优秀指导教师奖4名。西电22支队伍入围创“芯”大赛决赛，成为首届中国研究生创“芯”大赛进入全国决赛队伍最多的高校，更是获得大奖最多的高校，学校优秀的团队水平和组织能力受到大赛组委会的一致认可和高度赞扬，表明西电在集成电路人才培养方面处于国内领先地位。

中国研究生创“芯”大赛是中国研究生创新实践系列大赛十大主题赛事之一，是由教育部学位与研究生教育发展中心和中国科协青少年科技中心共同发

起，面向全国研究生的团体性集成电路顶级专业创意创新实践活动，旨在推动高等院校及科研院所集成电路专业研究生培养模式改革与创新，培养研究生创新能力、实践能力和团队协作能力，为建设创新型国家提供人才战略支撑。

本届赛事吸引了近80家高校和科研院所的254支队伍报名参赛，历时3个多月的作品准备，经过专家初赛筛选，148支队伍最终进入决赛。8月11日至12日，“华为杯”首届中国研究生创“芯”大赛决赛在厦门理工学院隆重举行。经过机考阶段的严格评审，13支队伍进入现场展示与答辩环节，最终由西安电子科技大学“Berserker”队斩获大赛特等奖，获得特等奖的队伍还有华东师范大学和电子科技大学。



西安电子科技大学微电子学院“Berserker”队现场公开竞演



大赛组委会名誉主任倪光南院士(右一)、大赛专家委员会名誉主任陆建华院士(左一)颁发特等奖，西电微电子学院“Berserker”队员：杨静(左五)、朱冬琳(左六)、刘海珠(右五)



教育部学位与研究生教育发展中心主任黄宝印(右一)颁发优秀组织奖，微电子学院领队程璐(左五)代表学校领奖

决赛期间，还举办了高端论坛、人才招聘会、企业参观、项目路演等活动，为参赛研究生带来高质量暑期盛宴。据悉，特等奖和一等奖获奖队伍，还将获得流片制作支持和赴美参观学习（新思科技赞助）的宝贵机会。

本届中国研究生创“芯”大赛由教育部学位与研究生教育发展中心、中国科协青少年科技中心主办，中国半导体行业协会、中国电子学会、示范性微电子学院产学研融合发展联盟等协办，由清华海峡研究院、厦门理工学院、清华校友总会半导体行业协会承办。中国工程院倪光南院士担任大赛组织委员会名誉主任，中国科学院陆建华院士担任大赛专家委员会名誉主任，大赛创始人/总顾问周祖成、教育部学位与研究生教育发展中心主任黄宝印等领导嘉宾出席了颁奖仪式。



教育部学位与研究生教育发展中心  
主任黄宝印讲话

教育部学位与研究生教育发展中心主任黄宝印在讲话中强调，“中国研究生创新实践系列大赛”，坚持以服务国家战略需求和经济社会发展为导向，强化“问题导向、高端导向、需求导向、战略导向”，发挥导向和传导作用，通过大赛，传导到研究生培养过程中，激发研究生创新潜能和创造活力。他在讲话中提到，设立创“芯”大赛，是应时

代所需，应国家战略所需，希望参赛的同学们以参赛为起点，积极投身芯片产业发展、为“中国芯”而战，突破核心技术，助力“三个转变”，即中国制造向中国创造转变，中国速度向中国质量转变，制造大国向制造强国转变，成为新时代科技强国的“排头兵”。同时，他也倡议相关行业、企业发挥产业资源和应用技术优势，继续加强对中国研究生教育，特别是研究生创新的关注和支持。

#### “华为杯”首届中国研究生创“芯”大赛西电获奖名单

奖项	队伍名称	指导教师/学院	作品名称
特等奖	Berserker	朱樟明（微电子学院）	应用于射频接收机的12位 1GS/s Pipelined ADC
一等奖	三人行厦门	马 瑞（微电子学院）	一种带DC校准的高精度CMOS亚阈值电压基准源
一等奖	IC有、难	刘马良（微电子学院）	用于多目标监测激光雷达的16ps分辨率的时间数字转换器
一等奖	烂番茄	曹运合（电子工程学院）	采用硬件RTL代码方式实现串行FFT算法
二等奖	新芯队	马 瑞（微电子学院）	应用于SOC芯片中的超低温度系数、低功耗三阶曲率补偿带隙基准源
二等奖	奇异硕士—Master Strange	刘帘曦（微电子学院）	ECG信号采集与音频传输系统
二等奖	电路校不准	朱樟明（微电子学院）	一种10-12bit位数可重配置，80-20MS/s带宽可扩展的 SAR ADC
二等奖	芯起源	刘木彬（微电子学院）	高速低功耗一步两位式SAR ADC
二等奖	复仇者联盟	刘帘曦（微电子学院）	应用于物联网节点的高效热能收集电路
二等奖	芯蚂蚁	董 刚（微电子学院）	采用硬件RTL代码方式实现串行FFT算法
三等奖	WatchDog	蔡觉平（微电子学院）	Wireless IoT SoC 创新设计
三等奖	追芯者	靳 刚（微电子学院）	基于高线性度相位插值单元的数控振荡器
三等奖	IC 三叉戟	史江义、张弘（微电子学院）	车内滞留儿童智能防护系统
三等奖	ARC-club	史江义、张弘（微电子学院）	手语通
三等奖	太白芯火队	程 珺（微电子学院）	基于FPGA的图像边缘检测系统设计
三等奖	新芯	朱樟明（微电子学院）	应用于无线通信的非二进制10位150MS/s SAR ADC
三等奖	博尼队	刘木彬（微电子学院）	高精度温度传感器
三等奖	芯电	王静宇（微电子学院）	用于生物医疗设备的超低功耗模拟前端
三等奖	西电 er Never Give Up	刘帘曦（微电子学院）	一种基于SSHOC和有源二级管的自供电电压能量获取电路设计
三等奖	三皮匠	丁瑞雪（微电子学院）	适用于多功能传感器的10位自时钟SAR ADC
三等奖	Idea Creatives	丁瑞雪（微电子学院）	一款生物医学应用的低功耗Delta Sigma 调制器
三等奖	芯的里程	李娅妮（微电子学院）	两阶噪声整形SAR_ADC的设计

优秀指导教师：朱樟明（微电子学院） 马瑞（微电子学院） 刘马良（微电子学院） 曹运合（电子工程学院）

## 学院动态 /

# 校党委副书记杨银堂教授

## 率博士生实践团赴中国振华集团调研交流

西电新闻网讯（通讯员 李昱良）为进一步引导广大研究生投身实践、认识社会，推进学校与企业在科研、成果转化、人才等方面的合作，7月4日至6日，由校党委副书记杨银堂带队，西电博士生导师和博士生组成的实践团一行18人赴中国振华电子集团有限公司开展了调研实践活动。

西电实践团一行首先参观了振华集团展示厅，振华集团副总经理方鸣向实践团成员详细介绍了振华的历史沿革和产品情况，介绍了三线人奋斗的光辉历史。



西电实践团成员



实践团参观振华集团展厅

会上，双方进行了交流，杨银堂介绍了学校的发展和人才培养和科学研究方面的贡献等。他表示，西电是老牌军工学校，中国振华也是老牌军工企业，历史上双方都为国家的国防事业做出过重要贡献，双方有着共同的奋斗目标，有很好的合作基础，都肩负着服务国家、服务国防经济和中华民族伟大复兴的中国梦的圣神使命。希望双方今后在人才培养、科研交流等方面进一步加强合作，共同发展。振华科技总经理肖立书出席了座谈会，对学校一直以来为中国振华发展提供的人才支持表示感谢，



党委副书记杨银堂讲话

并且希望能够有更多的西电人才来振华发展。

西电与振华于2017年签订了“博士社会实践与项目合作”实践协议，每年组织一次实践活动。双方都非常重视实践活动，学校为了提升活动的实效性，今年特别邀请了电磁场与微波技术、半导体、微电子、新能源器件等各学科领域的教授、博导和他们所指导的博士生一同前往振华学习交流。希望以此次活动为契机，全面深入开展西电与振华的深度合作。提升双方在人才培养、项目开发、产业情报资源共享等方



振华科技总经理肖立书讲话

面的合作。无论是作为现代高科技企业的振华集团，还是肩负着引领国家电子信息技术发展重任的西安电子科技大学，唯有在人才培养创新、科研技术创新、产业发展创新等多个方面展开更深层次的合作，才是双方互利共赢，实现长足发展的根本之道。

会后，博士团成员分别到振华相关企业就有关合作、交流意向进行了洽谈、交流。

本次活动研究生工作部组织实施，校友总会办公室相关负责人参加了科研实践活动。

## 西电郝跃院士团队 在微电子领域取得新的突破

西电新闻网讯（通讯员 张进成）2018年上半年，微电子学院、宽带隙半导体技术重点实验室郝跃院士科研团队在高性能微电子器件研究领域取得了一系列重大进展，在IEEE旗下IEEE Electron Device Letters、IEEE Transactions on Electron Devices等重要期刊上连续发表28篇高质量的学术论文。

郝跃院士团队一直致力于微电子前沿领域宽禁带/超宽禁带半导体材料与器件、后摩尔时代新器件的基础研究与技术研发，不断取得突破性进展。今年上半年在高效率和高线性的氮化物半导体高电子迁移率晶体管（HEMT）、超宽禁带半导体材料和器件、非硅沟道场效应晶体管、铁电栅控的负电容场效应晶体管等新型器件，以及钙钛矿材料和器件方面取得了多项重大进展和标志性成果。

### 宽禁带半导体器件性能实现不断突破

以氮化物为代表的宽禁带半导体是继硅、砷化镓之后最重要的微电子技术新领域。氮化物半导体在无线通信微波器件、电能转换功率开关器件、新型LED照明与显示器件等诸多领域有着重要应用。郝跃院士团队从1997年开始从事氮化物半导体材料和器件的研究，在高质量材料生长及高性能器件研制方面不断取得突破进展，显著提升了我国第三代半导体关键材料和器件的水平，对推动电子产业转型升级，培育新的经济增长点具有重要意义。

2018年上半年，在高性能氮化物HEMT器件领域，肖明博士报道了基于缓变缓冲层的AlGaIn沟道HEMT器件，实现了国际上AlGaIn沟道器件最高水平的饱和输出电流。卢阳博士通过团队提出的图形化欧姆接触技术，实现了极低的欧姆接触电阻 $0.12 \Omega \cdot \text{mm}$ ，与现有技术相比，欧姆接触电阻减小70%。肖明博士通过低功率表面氧化处理技术实现了开关比达 $4 \times 10^6$ ，泄漏电流低至

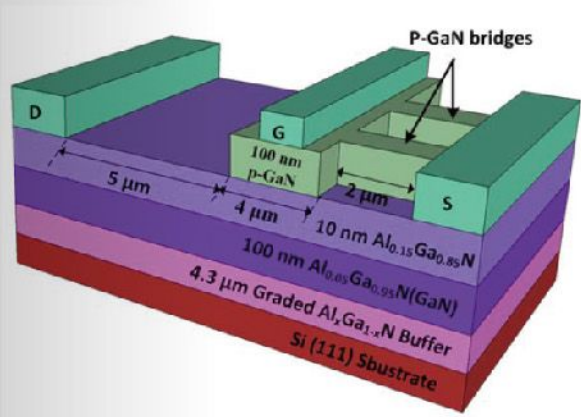
期刊名称	发表论文篇数
IEEE Electron Device Letters	11
IEEE Transactions on Electron Devices	6
IEEE Journal of the Electron Devices Society	2
IEEE Photonics Journal	5
IEEE Transactions on Device and Materials Reliability	1
IEEE Journal of Lightwave Technology	1
IEEE Photonics Technology Letters	1
IEEE Journal of Quantum Electronics	1

郝跃院士团队2018年上半年在IEEE期刊发表学术论文统计

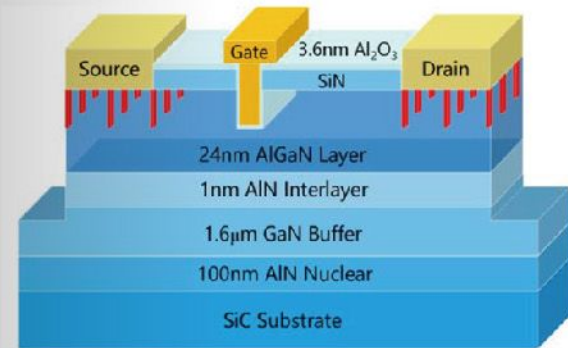
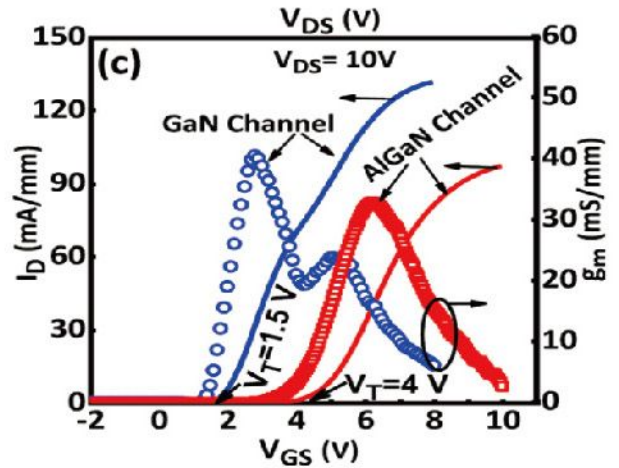


郝跃院士课题组团队合影

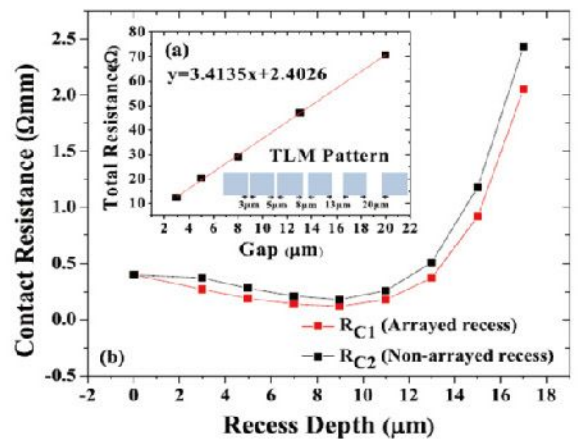
$2.6 \times 10^{-7} \text{A/mm}$ 、输出电流达 $1.36 \text{A/mm}$ 的高性能增强型AlN/GaN HEMT器件。侯斌博士通过电荷俘获技术实现了 $0.9 \text{A/mm}$ 、阈值电压为 $2.6 \text{V}$ 的Flash-like的高性能增强型Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/AlGaIn/GaN MIS-HEMTs器件。张力硕士在国际上首次报道了新型p-GaN型桥增强型AlGaIn沟道栅注入晶体管，通过优化源接触的p-GaN桥结构，可实现 $4 \sim 7 \text{V}$ 范围内的可调节阈值电压。相关结果均发表在IEEE Electron Device Letters上。



张力硕士报道的新型AlGaIn沟道增强型器件相关结果



卢阳博士报道的新型低欧姆接触电阻技术相关结果

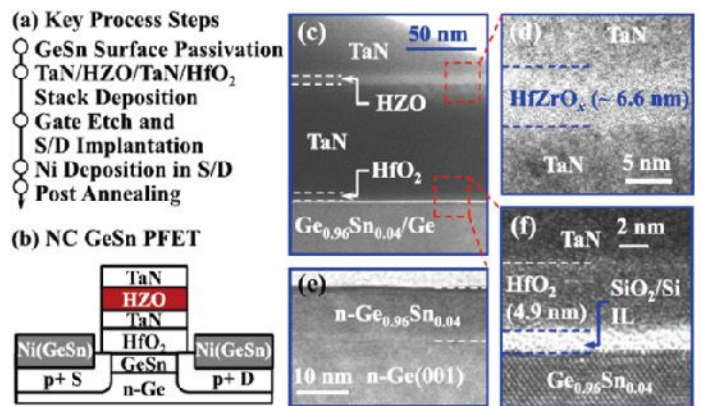


### 后摩尔时代新器件技术研究进展

“后摩尔时代新器件技术”是郝跃院士团队近年来力推的新型研究方向。随着CMOS技术节点按比例缩小（scaling）逐渐走向终结，采用新型器件结构成为延续摩尔定律的必然选择。因此，后摩尔时代新器件将影响和决定未来微电子器件技术发展和集成电路产业格局。

随着集成电路技术发展到纳米尺度，现有的半导体器件会迎来短沟道效应、高泄漏电流和60mV/dec的亚阈值摆幅的限制等问题。隧穿场效应晶体管（TFET）和基于铁电材料高迁移率锗基沟道负电容MOSFET器件等新型器件技术有望能够解决这些问题。

周久人博士连续在IEEE Electron Device Letters上发表4篇学术论文，系统地验证了铁电MOSFET器件中的负电容效应以及负电容对器件电流和亚阈值摆幅的提升作用，详细研究了介质层特性对器件特性的影响。段小玲博士提出了一种高性能栅调制InGaIn无掺杂TFET（DL-TFET）器件，并且从双极特性、关态电流、开关比、亚阈值摆幅等方面对器件特性进行了系统地理论分析。此外，郝跃院士团队还在光电探测器、新型二维材料及器件等领域相继发表多篇高水平学术论文。



周久人博士报道的负电容晶体管制作工艺及结构

按照郝跃院士确定的“人无我有，人有我优”（First and/or Best）的团队奋斗目标，面向国际微电子学术前沿和微电子核心技术主战场，团队按照“大项目、大团队、大平台、大成果”的发展路线，经过20多年的励精图治，使得我国在多个微电子新器件领域在国际上有了重要地位，也使我校在国际微电子领域具有重要影响。

## 03 芯缘会动态



## 2017-2018西电微电子行业校友会

## 情况汇报

游海龙 秘书长

## 一、西电微电子行业校友会简介

西安电子科技大学微电子行业校友会于2017年5月20日正式成立，80级校友黄学良当选 西电微电子行业校友会第一届理事长，杨彩琴等20位校友当选为副理事长，游海龙当选为秘书长，赵勇等70位校友为当选为理事。

西安电子科技大学微电子行业校友会（英文名称为 Xidian University Microelectronics Alumni Association）是由西安电子科技大学校友中从事集成电路、半导体分立器件、半导体材料和设备的生产、设计、科研、开发、销售经营、应用、教学、投融资

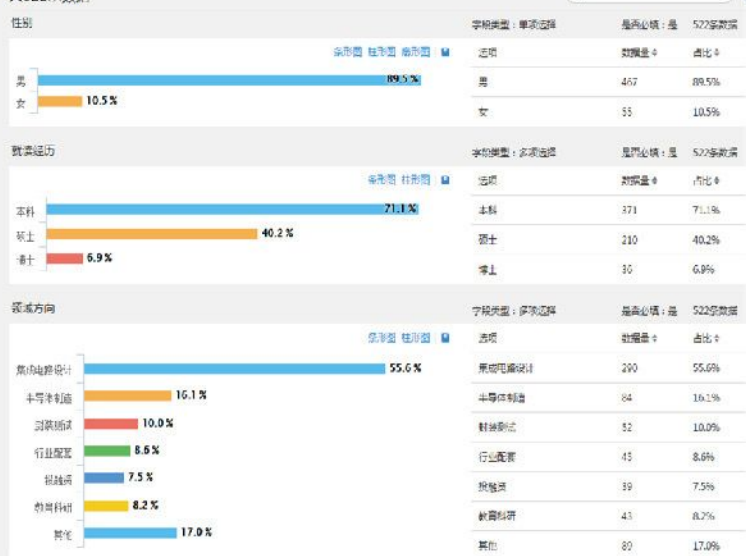
及其他相关领域 的校友自愿组成的联合性团体。本会隶属于西安电子科技大学校友总会，并接受西安电子科技大学校友总会的领导和监督。

西安电子科技大学微电子行业校友会的成立，为从事微电子行业的校友提供了交流、合作的平台，加强了广大校友与母校之间的联系，增进了校友们的感情，凝聚了行业校友力量，促进了学校产学研融合发展，宣传了我校微电子学科及学院近年来的建设成就，提升了西电的影响力，将为我国微电子产业发展做出贡献。

西电微电子行业校友会：入会登记表

<https://jmsxjia.net/fho0Mv>

共522条数据



西电微电子行业校友会微信公众平台自发布之日起，受到来自海内外行业校友的广泛支持与关注！截止2018年5月8日，共有2045位行业校友及嘉宾关注西电微电子行业校友会微信公众平台，共有522位校友申请加入西电微电子行业校友会会员。

## 加入我们：

- 1、关注芯缘会微信公众号：XDMEAA，提交入会申请；
- 2、添加微信号:nuan051220，获取邀请链接，加入芯缘会会员群。

## 二、行业校友会理事会

西安电子科技大学微电子行业校友会成立大会纪念



理事长

黄学良

副理事长

杨彩琴、张健、黄京才、严伟、  
帅红宇、罗华兵、程刚、何纪法、  
刘远华、王合球、汪正和、张革、  
焦建堂、刘卫东、谢文录、袁凤江、  
张国新、胡小波、蒋振东、彭茂平

理事

赵勇、高勇、王省莲、折晓慧、秦岭、王兴龙、  
宫俊、张少华、武岳山、卢裕湘、吕绍明、邬华中、  
陈志义、苏建峰、白朝辉、恩云飞、薛宏、叶守银、  
徐得胜、丁义民、陈文甫、张为民、向福广、王阳、  
吴凯、周彩章、刘丰收、解运洲、郭丰收、刘雪颖等

秘书处

秘书长：游海龙

副秘书长：孟庆云、黄鑫、张亦锋、唐艾宾、武达、  
赵春波、潘海洋、张永刚、李洪波、马玲玲、殷和国、  
刘清、刘鹏、阙金珍、李春阳

秘书：朱媛

## 三、行业校友会活动开展

### 行业校友会成立大会

- 西安电子科技大学微电子行业校友会暨2017西电微电子行业校友论坛于2017年5月20日-21日在西电北校区隆重举行。党委副书记龙建成教授、副校长郝跃院士、副校长杨银堂教授、国家集成电路产业投资基金股份有限公司丁文武总裁，清华大学微电子学研究所所长魏少军教授、以及黄学良、王建章、刘兵、李居平、罗华兵等海内外200余位校友和行业嘉宾出席。
- 大会表决通过了《西安电子科技大学微电子行业校友会章程》、《西安电子科技大学微电子行业校友基金管理办法》，并选举产生了第一届理事会。80级校友黄学良当选西电微电子行业校友会第一届理事长，杨彩琴等20位校友当选为副理事长，游海龙当选为秘书长，赵勇等70位校友为当选为理事。
- 黄学良、张健、罗华兵、严伟等校友分别对微电子行业校友基金进行了捐赠。校友共同为行业校友会捐赠的纪念石“芯缘”揭幕并合影留念。



## 2017西电微电子行业校友论坛

- 2017西安电子科技大学微电子行业校友论坛于2017年5月21日在西电北校区隆重举行，论坛由西安电子科技大学副校长杨银堂教授主持。
- 论坛以“创新与创业”为主题，邀请了中科院院士、西安电子科技大学郝跃副校长、国家集成电路产业投资基金股份有限公司丁文武总裁、中国航天时代电子公司李居平主任、清华大学微电子学研究所所长魏少军教授、西电80级校友、国家千人项目获得者秦岭博士等5位演讲嘉宾围绕论坛主题进行了精彩演讲。演讲内容涉及微电子前沿技术、国家产业发展、航天与微电子需求、以及汽车微电子等前沿领域，受到了与会人员的深度好评。
- 本次论坛，为从事微电子行业的校友提供了交流、合作的平台，加强了广大校友与母校之间的联系，增进了校友们的感情，凝聚了行业校友力量，促进了学校产学研融合发展，宣传了我校微电子学科及学院近年来的建设成就，提升了西电的影响力，将为我国微电子产业发展做出贡献。



## 理事长联席会议

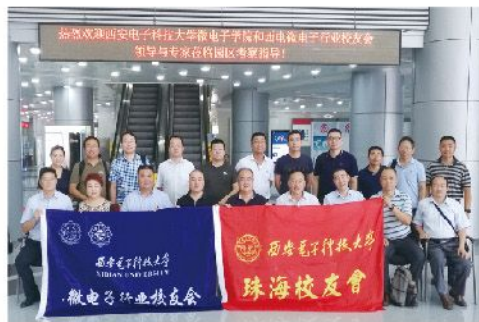
- 西电微电子行业校友会理事长联席会议于2017年6月9日在深圳鸿泰基金总部隆重召开。出席本次会议的有黄学良、杨彩琴、严伟、帅红宇、罗华兵、刘远华、王合球、张革、汪正和、谢文录、袁凤江、张国新、蒋振东、彭茂平等14位理事长及秘书长游海龙。
- 会议就以下问题进行讨论并达成以下共识：1、各区域校友发展诉求；2、各区域校友企业发展情况；3、微电子研究院建设可行性；4、行业校友会实体运作模式；5、行业论坛计划；6、行业校友会日常工作计划（包括电子期刊、校友通讯录、企业展示等）。
- 本次理事长联席会议是落实、推进行业校友会建设的重要会议，为行业校友会的工作打开了新局面。





## 西电微电子行业校友会理事会一行赴珠海考察剪影

- 西安电子科技大学微电子行业校友会理事长黄学良率领校友会一行20余人于8月21-22日拜访珠海校友、校友企业，考察珠海高新区、横琴自贸区，并与珠三角校友企业家交流。本次考察交流活动，参观考察了珠海南方集成电路设计服务中心、珠海集成电路协会、珠海高新区、横琴自贸区、校友企业珠海纳思达、南方软件园、以及重点企业全志科技、英博尔等。
- 通过考察，取得以下成果：
  - 1、通过珠三角从事微电子行业的校友企业考察交流、增进了解、相互学习、探索合作发展的机会，本次活动佛山蓝箭、深圳镭神智能、成都瑞迪威、珠海运洲科技等校友企业就企业发展情况进行了交流报告；
  - 2、与珠海高新区、横琴自贸区及行业协会交流了解珠海集成电路产业发展现状及产业投资环境，达成了帮扶在珠海或者有意投资珠海的校友企业发展、争取产业政策支持等意向；
  - 3、本次考察交流学习期间，微电子行业校友会、西电微电子学院与珠海就利用珠海在粤港澳大湾区发展中的优势和机会，争取珠海政府优惠政策和资源支持达成共识。



### 西电微电子行业校友会一行赴上海、杭州考察剪影



- 西安电子科技大学微电子行业校友会一行20余人于10月26-27日拜访上海和杭州校友、校友企业。参观考察了上海华岭集成电路技术股份有限公司、杭州友旺电子有限公司、杭州士兰微电子股份有限公司、杭州加速云信息技术有限公司等。
- 通过考察，取得以下成果：1、增进对校友企业的了解，进一步发挥学校学科、专业、人才优势，为校友企业不断发展壮大提供服务和支撑；2、加强了校友与校友、校友与学校之间的联系，搭建了多方合作交流平台。

### 2017西安电子科技大学芜湖研究院建设规划推介会、西电微电子行业校友企业展

- 2017西安电子科技大学芜湖研究院建设规划推介会于2017年10月25日在上海新国际博览中心与半导体行业盛会IC China同期隆重举行。芜湖市委常委、常务副市长冯克金、西微电子学院院长张玉明教授、副院长张进成教授、陕西半导体先导技术中心何晓宁主任以等100余位行业校友和嘉宾出席了会议。
- 本次推介会是西电芜湖研究院和西电微电子学院携手合作，广泛开展技术合作与产业对接，积极围绕人才培养、科学研究及成果转化，重点打造微电子领域高技术研发、高端人才培养和微电子产业培育平台的一次重要活动。双方将进一步发挥各自优势，拓展合作领域，共同开创互利共赢、融合发展的新局面。
- 会上，芜湖弋江区委常委、常委副区长汪敏对芜湖市微电子产业发展情况及西电芜湖研究院做了简明介绍。会议邀请利扬芯片董事长黄江代表行业校友会合作企业代表做报告；聚飞光电董事长助理宋东代表芜湖与校友企业合作企业代表做报告。推介会同时举办了西安电子科技大学微电子行业校友企业展、西安电子科技大学微电子行业校友座谈交流会等系列活动。



## 西安电子科技大学集成电路设计、应用与投资论坛

● 西安电子科技大学集成电路设计、应用与投资论坛于2018年4月11日在深圳会展中心与CITE2018同期隆重举行。西电子科技大学党委副书记杨银堂教授、西微电子学院院长张玉明教授、副院长朱樟明教授、国微技术控股有限公司董事会主席黄学良、微纳研究院院长张国新、深圳市镭神智能系统有限公司董事长&CEO胡小波、中国航天时代电子公司总工程师李居平等60余位行业校友和嘉宾出席了论坛。



● 论坛邀请黄学良、张国新、胡小波分别围绕论坛主题做了演讲报告。张玉明教授对微电子学院产学研合作交流情况做了简明介绍。随后的自由交流环节，校友们都积极踊跃发言，现场气氛热烈。



● 本次论坛，为西电从事集成电路设计、应用与投资的校友，分析国内IC行业市场热点与趋势，促进IC技术创新与应用合作，推动IC产业、技术与资本对接的搭建的重要交流、合作平台。参会校友和嘉宾围绕新时期下集成电路产业面临的机遇与挑战、趋势与热点应用、创新与产业资本、关键共性技术突破等内容进行了深入研讨与交流，推动我国微电子产业发展。

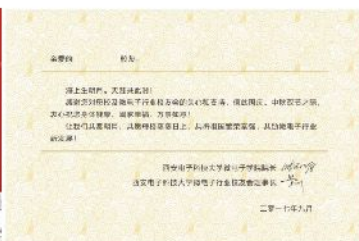


## 四、校友服务

### 通讯录与中秋贺卡

● 为加强校友联系，方便校友沟通，更好的为校友服务，西电微电子行业校友会精心设计印制了《西电微电子行业校友会宣传册》含校友会会员通讯录，入会会员人手一册。

● 2017年9月，国庆、中秋双节来临之际，行业校友会特别设计制作了精美的节日贺卡，于国庆节前夕邮寄给每位会员，送上节日祝福。



## 春节祝福

- 以芯结缘，缘聚于芯！在2018新春之际，行业校友会为这一年来对微电子学院及行业校友会给予支持和帮助的校友及朋友们，用心准备了为校友特别定制的专属礼物及贺卡，送上最真诚的新年祝福！



7 1 0 0 7 1

不忘初心 牢记使命  
砥砺前行 再创辉煌



亲爱的 校友：  
您好！以芯结缘，缘聚于芯！感谢您一年来对微电子学院的支持和帮助！  
日月开新元，天地又一春。值此新春来临之际，衷心祝愿您家人万事如意，身体健康，阖家幸福，狗年大吉！

西电微电子学院党委书记 赵明凯  
西电微电子学院院长 刘永刚



## 校友交流、来访

- 3月27日，中电珠海南方软件园发展有限公司总经理张革一行到访西电微电子学院考察交流。张玉明院长介绍了学院近年来在教学、科研、人才培养及对外合作等方面取得的一些成果，希望能够通过此次交流座谈加强合作；张革总经理详细介绍了中电珠海南方软件园近年来的发展情况并指出，学院的优势学科和中电珠海南方软件园的优势产业高度契合，希望尽快促成强强合作，融合优势，探索形成企业-高校-地方三方共赢的双创发展模式，打造国家双创升级版的典范。



- 3月14日 校友58所于宗光所长带领58所团队来校对接合作。



## 五、会费收支及使用明细

### 西电微电子行业校友会会费缴纳说明

为了支持行业校友会日常运作，更好服务校友，西电微电子行业校友会按照会员级别收取相应会费。会费设有专门账户，按照《西安电子科技大学微电子行业校友会费管理办法》管理使用，接受理事会监督。依据校友建议，并经过征询，当前会费的管理方式达成如下共识：

#### （一）会费标准（每年）

- 1、会长：10000元
- 2、副会长：6000元
- 3、理事：1000元
- 4、会员：300元

学生会会员及毕业未满一年的应届毕业生年轻校友免收会费。理事以上会员建议按照一届任期一次性缴纳五年会费，会员按照年度缴费。

#### （二）会费缴纳方式

凡自愿加入西电微电子行业校友会的会员，请通过以下方式缴纳会费：

账户名称：刘清

账 号：622262 0810018425237

开户银行：交通银行西安光华路支行

联系电话：18966816126

#### 特别说明：

1、刘清系西电80级校友，任西电微电子行业校友会副秘书长；

2、会员完成会费缴费后，请务必同校友会秘书处朱媛老师（13289825818，微信同号）进行确认，微信截图并附文字：校友 向西电微电子行业校友会专用账户转账元。行业校友会在确认收到会费后，及时告知收款情况。

#### （三）会费使用

会费专项账户由刘清校友保管，由理事会、秘书处共同监管使用。会费使用主要用于行业校友会开展各项校友活动，包括纪念品、校友访问交流、支持校友开展校友线下活动等。

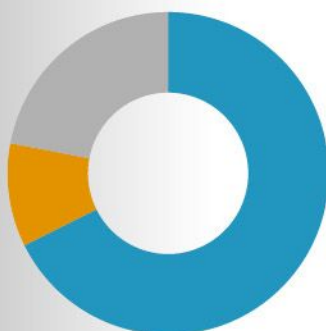
当前会费缴纳方法是本次成立大会的临时方式，后续将完善会费缴纳与管理方法。关于会费的缴纳与管理方式，由筹备组负责解释。如有疑问请与秘书处联系。

西电微电子行业校友会

二零一八年五月

#### 截止2018年5月4日：

共收取会员会费288804元。实际支出195299元，本次会议预支30000元，账面余额63505元。



- 实际支出
- 预支
- 余额

序号	日期	金额 (元)
1	截止2018年5月4日应缴会费	288804
2	18年5月27日18年6月4日预收会费	0
3	18年5月27日18年5月4日支会费	4621
4	截止18年5月4日未缴会费：李强等	30000
5	截止18年5月4日未缴会费	63505

2018年5月4日

项目名称	金额 (元)	支付方式
行政办公会成立大会纪念品购买	15000	银行转账
电子与通信学院校友与校友协会联谊活动纪念品购买	15000	银行转账
办公用品	1000	银行转账
差旅费	1000	银行转账
其他	1000	银行转账

2017年5月12日

序号	日期	金额 (元)	用途
1	5月12日	3000	会场布置、茶水
2	5月12日	1000	会场布置、茶水
3	5月12日	1000	会场布置、茶水
4	5月12日	1000	会场布置、茶水
5	5月12日	1000	会场布置、茶水
6	5月12日	1000	会场布置、茶水
7	5月12日	1000	会场布置、茶水
8	5月12日	1000	会场布置、茶水
9	5月12日	1000	会场布置、茶水
10	5月12日	1000	会场布置、茶水
11	5月12日	1000	会场布置、茶水
12	5月12日	1000	会场布置、茶水
13	5月12日	1000	会场布置、茶水
14	5月12日	1000	会场布置、茶水
15	5月12日	1000	会场布置、茶水
16	5月12日	1000	会场布置、茶水
17	5月12日	1000	会场布置、茶水
18	5月12日	1000	会场布置、茶水
19	5月12日	1000	会场布置、茶水
20	5月12日	1000	会场布置、茶水
21	5月12日	1000	会场布置、茶水
22	5月12日	1000	会场布置、茶水
23	5月12日	1000	会场布置、茶水
24	5月12日	1000	会场布置、茶水
25	5月12日	1000	会场布置、茶水
26	5月12日	1000	会场布置、茶水
27	5月12日	1000	会场布置、茶水
28	5月12日	1000	会场布置、茶水
29	5月12日	1000	会场布置、茶水
30	5月12日	1000	会场布置、茶水

2017年5月12日

## 会费支出明细

- 2017年5月19日，支出36500元（芯缘纪念石及刻字、搬运费用）；
- 2017年6月13日，支出154362元（行业校友会成立大会支出费用）；
- 2018年5月4日，支出4437元（深圳论坛支出费用），预支30000元（本次芜湖年会）；
- 截止2018年5月4日，会费总支出195299元，预支30000元，账面余额63505元。

## 六、理事增选

西安电子科技大学微电子行业校友会

第一届理事会理事增选人员名单

王省莲、薛宏、方竞、何满杰、罗恒辉

## 七、行业校友会会刊创刊

### 创刊词



微电子技术是高科技和信息产业的核心技术。微电子产业是支撑经济社会发展和保障国家安全的战略性、基础性和先导性产业，当前和今后一段时期是我国集成电路产业发展的重要战略机遇期和攻坚期。

西安电子科技大学是国内最早开展微电子专业人才培养和科学研究的单位之一，目前建设有“微电子学与固体电子学”为国家重点学科，是全国首批9所国家集成电路人才培养基地之一，获批国家级重点实验室，2015年成为全国首批9家国家示范性微电子学院之一。

西电是一所以信息与电子学科为主、电子特色显著的全国重点大学，目前在微电子行业中，活跃着许多西电学子，在微电子及其相关领域都成为中坚力

量，发挥着重要的作用。正是由于母校和共同的事业，由微电子学院发起于2017年5月20日成立西电微电子行业校友会，让我们相聚在属于西电从事微电子行业校友共同的家园。为了更好的宣传西电、联系校友，服务广大行业校友，洞悉微电子行业信息与动态，西电微电子行业校友会组建会刊编辑部，并创办《芯缘》会刊。《芯缘》杂志是西安电子科技大学微电子行业校友会会刊（季刊），于2018年5月创刊，将面向广大校友及社会友好人士发行。杂志将以丰富多彩的形式，展学校风采，呈学科优势，聚校友情结，助行业发展。《芯缘》杂志力求排版精美，图文并茂，内容丰富，设置的栏目包括今日西电、芯缘会动态、校友与校友企业风采、行业信息与技术报告、校友投稿和师生记者采编作品等。

《芯缘》会刊的创办体现了“以芯结缘、缘聚于芯”的西电微电子行业校友会初心，愿《芯缘》会刊面向产业未来、大胆探索、不断创新，坚持高起点、高品位、高质量、出精品，预祝《芯缘》越办越好，成为行业校友的良师益友、产业交流的重要平台。

西安电子科技大学党委副书记

二〇一八年五月

杨银堂



会刊编委会：

主 办：西安电子科技大学微电子行业校友会  
 总顾问：杨银堂  
 总策划：黄学良、张玉明、黄 伟  
 总 编：游海龙、韩 光  
 编 委：张士红、孙 斌、朱 媛、  
 马玲玲、李洪波、李春阳、  
 戴晓梅、黄 鑫、张 炜、  
 郎志雄、何 滇

目 录	
01 刊首语	01
02 今日西电	02
03 芯缘会动态	12
04 人物专访	21
05 校友企业风采	24
06 行业报告	25
07 校友投稿	27
08 校友企业风采	44
09 校友企业风采	55
10 校友企业风采	56

## 活动掠影1

### 西安电子科技大学微电子行业校友会理事年会暨第三届西电微电子行业校友论坛成功举办

西安电子科技大学微电子行业校友会理事年会暨第三届西电微电子行业校友论坛于2018年5月12日-13日在芜湖市海螺大酒店隆重举行。芜湖市市长贺懋燮、市委副书记冯克金、副市长贺东、我校党委副书记杨银堂、微电子学院院长张玉明、微电子学院党委书记黄伟、人文学院副院长韩光、国微技术控股有限公司董事会主席黄学良、原比亚迪总工罗如忠、深圳市架桥资本管理股份有限公司合伙人陈爱晖等来自海内外100余位校友和行业嘉宾出席。



参会嘉宾合影留念



贺懋燮市长致辞



杨银堂副书记致辞

西安电子科技大学

## 理事年会

理事年会由行业校友会秘书长游海龙主持。杨银堂副书记代表校方致辞；游海龙向参会校友及嘉宾作2017-2018年西电微电子行业校友会情况汇报；黄学良理事长对行业校友会工作进行总结并明确下一步工作安排；张玉明院长对为微电子学院及微电子行业校友会的发展做出贡献的各位校友及嘉宾表示感谢。



游海龙秘书长做行业校友会年度情况汇报



黄学良理事长作行业校友会工作总结与计划

芜湖市政府政策推介环节，贺懋燮市长代表芜湖市政府致辞；芜湖市科技局杨少华局长向与会校友及嘉宾介绍芜湖市自主创新政策；高新区常务副区长汪敏介绍了高新区微电子产业发展与政策。



张玉明院长致谢



杨少华局长介绍芜湖市自主创新政策



汪敏副区长介绍高新区微电子产业发展与政策



参会校友踊跃发言 会场座无虚席



## 校友论坛

13日的第三届微电子行业校友论坛，由西微电子学院党委书记黄伟主持。芜湖市贺东副市长、西安电子科技大学杨银堂副书记、西电微电子行业校友会理事长黄学良分别代表芜湖市政府、西电、西电微电子行业校友会致辞；会上，芜湖市人民政府（贺东副市长代表）与西电微电子行业校友会（黄学良理事长代表）双方互赠纪念品；接着，西电芜湖研究院执行院长吴勇介绍研究院建设情况及发展规划。

本次论坛邀请西安电子科技大学微电子学院院长张玉明、深圳市宇顺电子股份有限公司副总经理杨彩琴、海信集团首席科学家刘卫东3位演讲嘉宾做行业报告。精彩的演讲深受与会校友及嘉宾好评。

西电微电子行业校友会理事年会暨第三届西电微电子行业校友论坛召开期间，组织参会嘉宾及校友们，赴芜湖市规划馆、科技产业园、西电芜湖研究院进行参观，并为“西安电子科技大学微电子行业校友会合作基地”揭牌；另签署了西安电子科技大学芜湖研究院、西安电子科技大学微电子行业校友会、芜湖市建设投资有限公司、芜湖新马投资有限公司、深圳市架桥资本管理股份有限公司战略合作框架协议，西电芜湖研究院、奇瑞新能源公司和安徽赛腾微电子公司联合共建框架协议，高新区管委会与北京英奇芯片技术有限公司投资合作协议等。



黄伟书记主持论坛



贺东副市长致辞



芜湖市人民政府与西电微电子行业校友会互赠纪念品

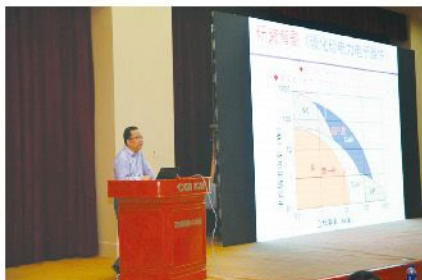


吴勇院长介绍研究院建设情况及发展规划



演讲嘉宾刘卫东做报告





演讲嘉宾张玉明做报告



演讲嘉宾杨彩琴做报告



“西电微电子行业校友会合作基地”揭牌



参会校友赴芜湖市规划馆、科技产业园、西电芜湖研究院参观



合作协议签署



## 活动掠影 2

### 郝跃院士无锡工作站揭牌暨专场报告会在无锡举办

8月14日，郝跃院士无锡工作站揭牌仪式在2018无锡市产学研合作科技成果洽谈会隆重举行。无锡市委副书记、代市长黄钦、副市长高亚光等领导和院士、专家等嘉宾，国内部分高校和科研院所产学研负责人，驻锡部、省属科研院所负责人，无锡市产学研新型研发机构主要负责人，第10批科技镇长团驻锡团员派出单位代表，创新型企业代表以及无锡市相关部门负责人，各市（县）区政府、科技部门负责人等300多人出席会议。无锡市政府秘书长许立新主持会议。



在揭牌仪式上，郝跃院士做了“合作共赢”为主题的演讲，西安电子科技大学微电子学院张玉明院长与院士工作站依托单位——无锡电子仪表工业公司张健董事长签署了1000万的产业研合作协议。



8月15日，中国科学院郝跃院士无锡工作站专场报告会在无锡召开。会上郝院士作了题为“信息技术创新与发展”的精彩报告。本次会议由江苏省半导体行业协会、无锡电子工业协会、西安电子科技大学微电子行业校友会、无锡新兴产业研究会共同举办，无锡市电子仪表工业公司承办。无锡市电子仪表工业公司董事长张健致欢迎词，西电微电子学院院长张玉明、西电微电子行业校友会理事长黄学良、副理事长黄京才、罗华兵、刘远华、焦建堂以及行业校友会代表出席本次活动。



郝院士认为信息技术将成为推动21世纪社会进步的关键因素，完全深刻地改变我们的生活方式。郝院士从“计算机与大数据”、“通信与物联网”、“人工智能与机器人”、“微电子”四个应用领域介绍了信息技术的创新发展过程。他指出，发展自主芯片是国家当前的大事，集成电路是战略必争产业，发展集成电路产业一是要以市场需求为引领，二是要着力发展集成电路关键材料。郝院士还向大家介绍了西安电子科技大学在电子器件方面的代表性研究成果—负电容器件。



报告会还举行了互动交流环节，多位行业专家参与了现场交流，包括江苏省半导体行业协会常务副理事长于燮康、杭州士兰微电子股份有限公司创始人、副总经理罗华兵、中电集团58所副所长于宗光、华虹半导体（无锡）有限公司副总黄安君等来自各单位、院校的200多人聆听了郝院士的精彩报告。



## 04 人物访谈



## 不同的角色，演绎别样的精彩

## ——记西安电子科技大学“师德标兵”张玉明教授

张玉明，男，汉族，1965年5月出生，陕西白水人，民革党员，教授，博士生导师，现任微电子学院院长。IEEE高级会员，IEEE ED西安分会秘书，中国电子学会高级会员，中国计算物理学会陕西分会理事，《中国物理快报》特约评审。张玉明教授近5年承担国家自然科学基金项目4项，其中重点项目1项。国家重大基础研究973项目2项、国家科技重大专项4项。发表论文210余篇，其中150余篇被三大索引检索，获授权发明专利25项，美国专利2项。获省部级科技进步奖四项，厅校级一等奖三项，二等奖两项。国家教学成果二等奖一项，陕西省教学特等奖一项。2001年获陕西省优秀留学回国人员称号，获第四届“陕西青年科技奖”等。陕西省第十届政协委员，陕西省第十一届政协常委。2017年11月当选民革第十三届中央委员会委员。

## ■ 学生记者 卢少娟

他，有一股勤于学习、埋头苦干、醉心于学术的敬业精神；他，有一颗愿为学院人才培养、科学研究、学科发展而尽心竭力的热忱之心；他，有着服务人民，廉洁自律的风范；他，有一份培育年轻教师的热情。

张玉明，1992年4月进入西安电子科技大学开始从事教学和科研工作。1994年晋升为讲师，1998年破格晋升为副教授。2001年破格晋升为教授，2002年被评为博士生导师。2005年7月任微电子学院副院长，2014年7月起任微电子学院院长，全面负责微电子学院的行政工作。



## 作为老师， 始终牢记“为人师”的使命与职责

“无私奉献，勤于教学，无愧于人民教师的光荣使命”是张玉明的工作信条。他始终将这样的理念贯彻到工作当中，诠释着一名人民教师的职责和义务。

身兼数职的张玉明，在教学、科研方面从未放低对自己的要求，更未忘记自己“为人师”的义务和责任。在本科教学工作方面，他主要承担了《半导体集成电路》《射频集成电路设计》《VLSICAD技术和VLSI设计方法学》等本科专业主干课程，每年教学工作量300学时以上，共出版教材3部。

《射频集成电路设计》这门课涉及的知识广、难度也比较大。为了让学生学好这门课程，张玉明在上课前会做充分的准备，每节课的教学内容都包含所需知识点的回顾，让学生能更快的接收新的概念及理论，在已有知识基础上进一步扩大学生对专业知识认识的深度和广度。此外，张玉明也能结合具体的实际应用，例如信号发射、接收等，来讲解一些电路分析的重点。

在课上，他总能找到方法来提高学生的兴趣。微电子110904班的元磊说：“张老师的整个课堂气氛都比较活跃，因为张老师表现出来的激情和精神能够吸引住同学，而且在课堂中也会通过你问我答的方式进行互动。”

## 作为学术研究者， 积极投身于项目研究

在本科教学之余，张玉明还承担各种教学改革项目4项，其中2015年度陕西高校教学改革研究项目1项，2015年陕西省高等教育教学成果奖特等奖1项。他出色的教学表现赢得大家的肯定，获得西安电子科技大学第八届教学名师奖，这一切源于他辛勤的付出和不懈的坚持。

对待科研，张玉明毫不懈怠，承担重大专项、国家基金、973和预研等各类项目9项，共计发表期刊论文24篇，SCI16篇，EI5篇。国际会议论文21

篇，申请专利12项，获授权6项。特别重要的是课题组今年有两篇II区文章、三篇IEEE Trans文章，还有美国专利1项。

除此之外，张玉明也经常激励自己的研究生。对此，元磊道出对张玉明的感激之情：“在我初读博士时，各种实验都一直失败，那段时间非常沮丧，很想放弃。张老师鼓励我说，我们虽然做的是肉眼看不见的微小器件，但使用的却是复杂度非常高的大型设备，整个实验过程中的不可控因素太多，我希望你能坚持下去，相信自己的研究和设计能力。就这样的一句话让我重拾自信，一直坚持了下去。”

作为一位学者，张玉明个人生活并不像许多人想象的那样枯燥单调。他生活中随和谦让，乐于助人，对家庭也极其负责任亲，时刻不忘关心学生的生活，工作之余竭力为大家提供更多的交流机会。“生活中的他平易近人，跟张老师交流不会有任何的不适感”，这是学生们的真切体会。

## 作为省政协常委， 以“三严三实”筑牢精神支柱

“廉洁自律，求精务实，思想作风端正，工作作风踏实，切实履行岗位职责”。张玉明就是这样在思想上不断提升自我，以德树人。

作为学校民革负责人和省政协常委，张玉明时刻关心教育、民生、电子行业发展等社会问题，热心参加各种社会活动，积极参加政协的各种会议（全委会、常委会、主任会议、协商会议和座谈会议）及调研活动，提交了各种提案十余条，得到省市各方面的重视。

2015年9月学校组织“三严三实”专题学习后，张玉明按照学校统一部署，以集中学习与自我学习相结合、专题学习交流为基础，认真学习“三严三实”的要求，以学院工作为导向，对照“三严三实”要求，以身作则。

张玉明明白手中的权利有多大，他毫不吝啬地为学院付出，依法行使权力，

处处为微电子学院的发展考虑，挖掘各方资源开拓学院发展空间，协调各方面关系，努力为微电子人办实事、办好事。张玉明总是严格要求自己，时刻不忘自己的身份，廉洁奉公，恪尽职守。

## 作为教师骨干， 尽心尽力培养微院接班人

为了快速引育学院的人才，给学院的建设和发展补足后劲，张玉明协同学院领导班子团队全面深化综合改革，启动了“芯宏人事人才计划”（456人事人才计划），建机制，稳队伍，增数量，保质量，追求结构合理化，层次高端化。这个举措使得微电子学院近年人才引育工作全面开花结果，并聘请诺贝尔奖获得者、蓝光LED之父中村修二为学院名誉教授，实现了诺贝尔奖获得者首次西电行，圆满完成了年度引育人才计划。

微电子学院教师吕红亮说：“近三年，微电子学院在“杰青”、“长江”、“千人计划”等高端人才的培育产出，远远超过过去数年的总和。并且学院在个人、团队、集体等不同层面上都取得了不菲的成绩，这正是学院内部协作发展、良性循环、成就共赢的最好写照。”

张玉明一向都很重视对年轻教师的培养，他以自己多年的从教经验为年轻教师指点迷津。

吕红亮回想起自己初任导师学习如何处理师生关系时，张玉明与他谈话的场面，感慨道：我从这次谈话中学到了很多，深深的体会到，作为一个教育者，应以每一个学生为本，从具体学生的角度出发，信任学生，启发学生，帮助学生。这才是真正的“有教无类”，即教育机会均等。我想，这不仅仅是工作方法问题，更重要的是体现出张老师具有先进的教育理念、高尚的教育情怀，值得我们学习。

在不同的领域，张玉明都尽职尽责，演绎自己的精彩。他向全院人展示着他对微院的热爱，向全体老师诠释着对教师职业的敬畏，更向我们树立了思想的方向标。

05 校友与  
校友企业风采

## 彭茂平 / 芯连芯



彭茂平，西电微电子行业校友会副理事长。2000年本科毕业于西安电子科技大学，从事过LCD生产制造行业，电话机芯片方案设计行业，自动麻将机、自动绣花机等自动化设备行业，数码产品系统集成行业。现任深圳市芯连芯时代科技有限公司总经理

深圳市芯连芯时代科技有限公司成立于2006年，一直致力于集成电路行业的代理和方案开发工作，公司成立之初的梦想就是让每个产品装上芯片，所以起名为芯连芯，现在感觉IC装上芯片和传感器就是人工智能，芯片和芯片连接起来就是物联网。

芯连芯公司有两大主力方向：音视频编解码和人工智能，芯连芯公司在播放器，广告机，蓝牙耳机，蓝牙音箱，智能故事机，扫地机器人等行业努力耕耘，不断进步，希望能够跟更多的行业IC设计公司深度合作。

## 张博 / 博瑞集信

## “小”芯片 “大”梦想



2013年10月，西安博瑞集信电子科技有限公司在西安市高新技术产业开发区创业研发园诞生，这是一家由海外回国专家和本土资深工程师创办，中国科学院西安光机所参股，国内多家知名风险投资机构投资的高新技术企业。公司自成立以来，专注于各类专用通信芯片和微系统的研发及相关的技术服务。

在成立不到3年的时间里，企业已成功开发出10多种军用航空通信装备专用芯片和微系统产品。自主设计芯片产品经过测试验证，各项技术指标达到国际同类产品技术指标，性能稳定。该产品不仅使我国拥有了自主知识产权的军用航空通信装备专用芯片，打破了国外垄断，同时填补了国内高频航空无线通信芯片空白。西安博瑞集信的出色表现已经成为业内一颗冉冉升起的明星，他们稳扎稳打，正朝着梦想的方向急速驶航。这艘舰船背后的掌舵人就是“80后”海归博士张博。

## 求实好学 潜心积淀

2007年，24岁的张博进入西安电子科技大学开始了博士阶段的学习，研究方向为射频微波芯片设计。在当时，国内只仅有少数研究团队在此领域展开研究工作。2008年张博作为国家公派研究生前往新加坡国立大学，进行毫米波集成电路设计方向的学习与科研工作。期间，他加入新加坡国家科学局微电子研究院，作为核心研发人员参与了“Components and Circuits Integration for Terahertz Applications”等多项硅基毫米波集成电路重点科研项目研究。先后发表SCI、EI论文近30余篇，获得新加坡技术专利3项。正是在这一时期，张博第一次接触到了世界先进水平的射频微波芯片设计技术。先进的设备、先进的工艺、先进的设计方法，这些无一不对张博产生巨大的震撼与吸引，因此他不得不抓紧一切时间努力学习并研究相关知识。在两年的时间里，张博曾作为子课题负责人完成了2项射频微波芯片设计新加坡国家重点科研项目，解决了对超过100GHz的高频载波进行10Gbps以上高速数据调制的问题，并研发出3D电磁屏蔽结构等新技术，这些研究成果极大地促进了射频微波芯片设计技术的发展。由于其研究成果的创新性，张博获得3项新加坡专利。而他所在团队的研究成果也在IEEE JSSC等芯片设计顶级国际期刊上得到发表，并受到新加坡海峡时报、中国日报等媒体的争相报道。

2011年对于张博来说是颇具重要意义的一年，带着对祖国的思念，满载着成果的他踏上了回国的班机。“作为一名留学回国的博士，我特别想将在国外学习到的先进技术发挥其用，为国效力”，自打回国起张博的一言一行无不流露着满腔热血与雄心勃勃。

他一直将自己的主要精力放在科研一线，并获得了显赫的成绩。在不到5年的时间里，他个人发表SCI检索学术论文10篇，主持国防“973”子课题、国家自然科学基金及省部级科研项目10多项，获得项目经费超过1000万，取得多项高水平创新性成果，并成为国家信息技术标准化委员会无线局域网标准工作组代表。2013年张博被任命为陕西省通信专用集成电路设计工程技术中副主任，被评为陕西省青年科技新星；2014年他被陕西省教育工委评为省级优秀共产党员；2015年他入选中国科学院“西部之光”-“西部青年学者”人才计划，以第一完成人获得陕西省科学技术奖二等奖。2017年被评为陕西省高层次人才特支计划科技创业领军人才、西安市海外高层次人才、西安市创业英雄。

## 厚积薄发 创业创新

“芯片设计技术是整个集成电路产业的核心所在，射频微波芯片设计又是整个芯片设计领域的难点与重点”，张博一语道出了整个产业的关键问题所在，“它直接影响着电子、通信、航空航天等多个国民经济重点领域的发展”。然而，射频微波芯片设计由于难度大，关键技术多，在国内的研究起步较晚，水

平较低，核心技术长期落后于欧美发达国家，严重制约了相关产业的快速发展。根据海关统计，2015年进口集成电路3139.96亿块，同比增长10%，进口金额2307亿美元。国内近八成的芯片依赖于进口，其中高端芯片进口率超过九成。芯片已经超过石油进口，成为我国进口第一大商品。不光进口成本居高不下，缺乏射频微波芯片核心技术对我国相关产业领域，尤其是对国防领域会造成极大风险。张博看在眼里，急在心里。于是在2013年底，他带领研发团队创办了致力于射频微波集成电路核心技术的高科技公司“西安博瑞集信电子科技有限公司”，并成功吸纳中国科学院西安光机所西科天使基金和国内多家风投机构的风险投资。谈及共同打拼多年的团队，张博脸上洋溢着自豪的表情。尽管只有30余人（其中博士8人、公司人员90%以上具有硕士以上学历），但他们凭借着自身领先的技术及过硬的思想和团结协作精神，打出了一场又一场完美的攻坚战，成功开发出多款装备专用芯片和多款小型微系统产品，多款芯片指标甚至达到国际先进水平。2016年公司不仅取得了国家二级保密资格、国军标证管理体系认证证书、国家质量管理体系认证证书，通过了国家级高新技术企业认定，同时还被评为2016年（第六届）中国留人员创业园百家企业。



公司得到了西安市高新开发区的重点支持，先后获得西安市海外留学人员科技活动择优资助项目支持、陕西省重大科技创新专项计划、陕西省科技统筹创新工程计划项目、西安市科技企业小巨人培育计划-科技人才创业工程等多项重点科研项目的支持。2018年，公司入选西安市高新区独角兽培育企业，被权威机构赋予“独角兽培育企业”的称号，是对博瑞集信的极大肯定。博瑞集信将继续开拓创新，在特种通信系统和核心芯片领域创造价值，助力提升国家电子信息产业的核心竞争力。

他们有理想、有作为，致力于在国防领域为客户创造价值，并通过价值的实现使自身成为国内领先的国防电子信息产品供应商。公司成立近3年来，通过实施自主技术创新“立足国防军工、拓展民用”的市场开拓策略，已取得跨越式发展，正努力成为国防电子信息领域的领军民营企业。在大方向的指引下，他们也正在积极探索市场经济条件下民营高科技企业为国防科技工业建设服务的新路子。作为团队带头人，张博丝毫不敢松懈，他坚守工作在科研一线，仍保持并加强对领域中新知识的学习，不断与学术界及产业界加强互动。此外，他还在努力提升自身的管理能力。在“80后”中，张博是佼佼者，他年轻，有学识，敢想敢拼，有担当。小小的芯片上承载着他大大的梦想，未来集成电路领域发展的接力棒将交由他们继续传递下去。





## 06 行业报告



## 集成电路技术与三维集成

杨银堂

西安电子科技大学 党委副书记、教授、博士生导师

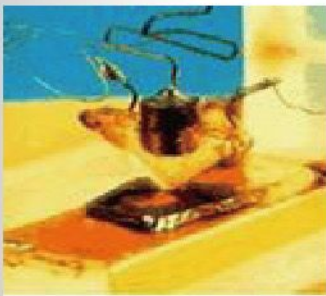
## 一、集成电路技术的发展

## 1、集成电路的发明

1948年8月 贝尔实验室公布了具有放大作用的研究成果

--晶体管发明

巴丁、肖克莱、布拉坦, 1956年诺贝尔物理学奖



巴丁、肖克莱和布拉坦

1952年 英国皇家学会Dummer 集成电路设想

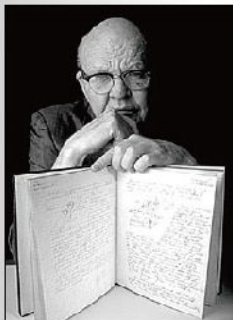
1958年 仙童公司诺伊斯提出集成电路方案

1958年 德州仪器基尔比 Kilby 制成第一块集成电路

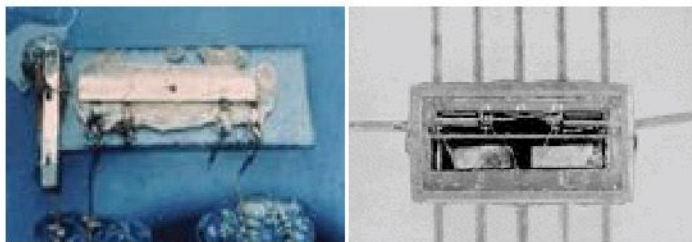
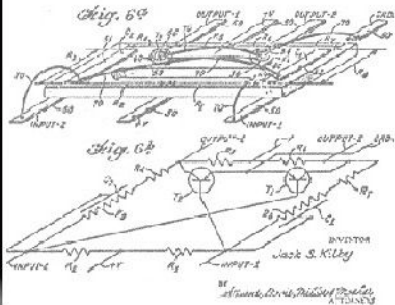
锗衬底上的相移振荡和触发器, 12个器件, 隔离  
小岛, 焊接引线连接

1958.9.12 公开发表 2000年诺贝尔物理学奖

集成电路: 采用特定的工艺, 把一整套电路中所需要的晶体管、二极管和阻容、电感等元件制作在一块基片上, 再用适当的方法连接, 并封装在一个管壳内, 成为具有系统功能的微结构。



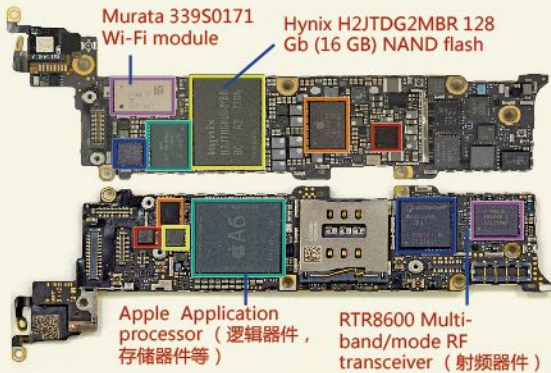
Kilby和他的笔记本



第一块集成电路

## 集成电路--现代信息产业和信息社会的基石

### 通信与智能手机



### 网络与计算机

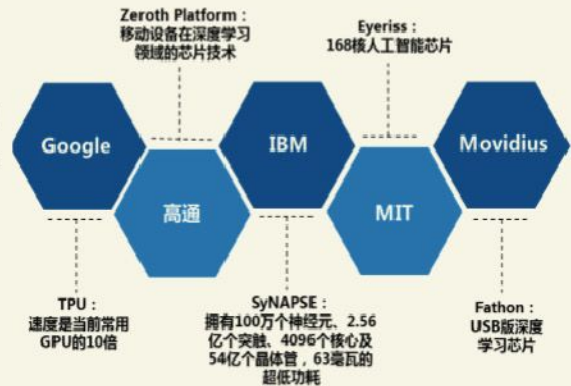


### 大数据与云计算

大数据与云计算促发芯片需求激增



巨头纷纷布局人工智能芯片



信息技术、生物技术、能源、先进制造和国防武器装备高度依赖集成电路

### 集成电路技术的表征

特征尺寸：器件的最小可加工尺寸0.18um、0.15um、90nm、45nm、35nm、22nm、10nm、7nm--

集成度：单个芯片上集成的晶体管数目数十、数百、数千、——数亿、数十亿

圆片直径：硅单晶片大小2in、3in、4in、6in、8in、12in

### 2、摩尔定律

Godan Moore Intel公司创建者1965年提出由于工艺技术的发展集成度每18个月翻一番 集成电路成本每18月降低一半--摩尔定律

现代社会最著名的定律之一几十年来一直符合很好

## 摩尔定律：集成电路技术发展（引导、鞭策）



Data source: Wikipedia ([https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor\\_count](https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count)). The data visualization is available at OurWorldinData.org. There you find more visualizations and research on this topic. Licensed under CC BY-SA by the author Max Roser.

### 摩尔定律

**Silicon Technology Leadership**

90nm Node  
Lgate = 50nm  
Production - 2003

65nm Node  
Lgate = 30nm  
Production - 2005

45nm Node  
Lgate = 20nm  
Production - 2007

30nm Node  
Lgate = 15nm  
Production - 2009

Process Advancements Fulfill Moore's Law

现状：批生产 32nm/22nm/10nm  
实验室 7nm/5nm

趋势：线条缩小的历程已近极限

光刻极限：分辨率极限

互连极限：互连电阻—功耗、延时

量子力学极限：统计分布不再有效

摩尔定律：面临失效

### 摩尔定律作用

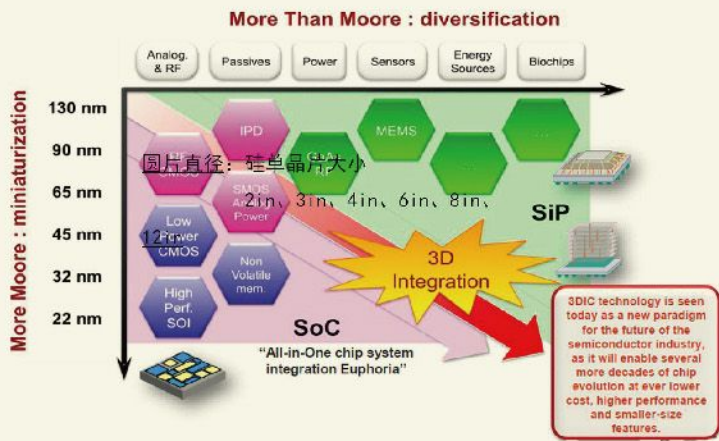
集成电路发展水平的预测工艺技术发展的驱动力——光刻技术：可见光、极紫外、移相掩膜

材料：Al、Cu、High k、low k

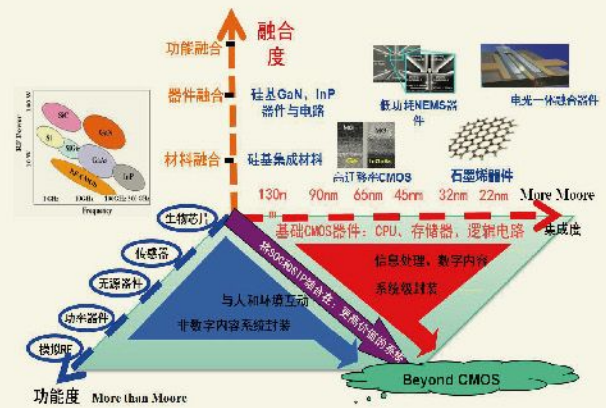
器件结构：平面、立体、环形栅

工艺技术：自对准、CMP

### 3、后摩尔时代



### 系统集成的主要方向



### 后摩尔时代的发展方向

- More Moore: 延续摩尔定律 3-5nm器件      新器件类型—量子、自旋、隧穿—  
新器件结构—环绕栅、FinFET      新材料—碳纳米管、石墨烯
- More than Moore: 超越摩尔定律 SiP      系统集成—微电子机械系统      三维集成—立体化3D-IC

## 二、多芯片组件（MCM）技术

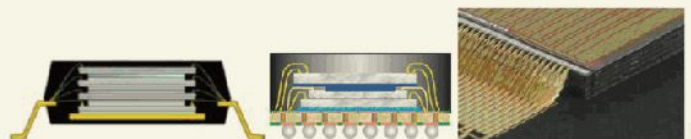
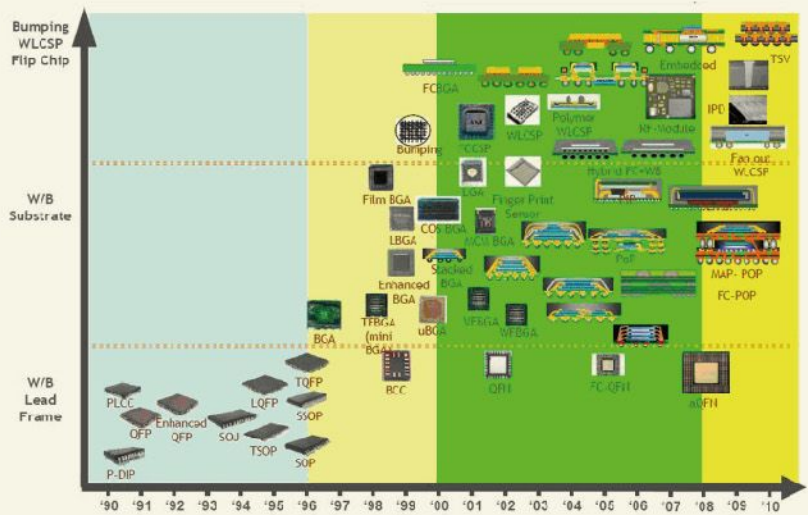
### 1、封装技术

集成电路芯片完成后，进行封装和再集成

- 单芯片封装
- 多芯片封装：平铺、堆叠
- 多层基板上的多芯片组件：  
LTCC多层基板（含有元件、互连）+ 芯片  
三维多芯片组件：立体组装

### 2、多芯片组件

- 多芯片组件—引线键合
  - 技术成熟，键合速度快，成本低。
  - 性能差，尺寸大，进一步增加堆叠层数困难。
  - 主要应用在手持式、消费电子产品及计算机相关领域。



●多芯片组件-边缘互连

- 新兴技术，导电胶连接，尺寸小。
- 节距大，电迁移问题。

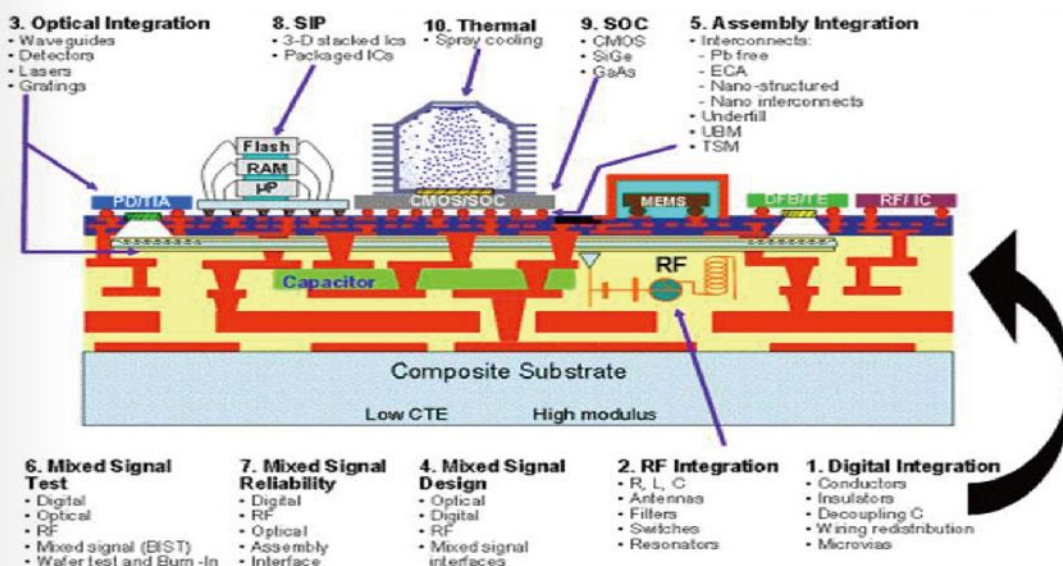
8层堆叠 (<1mm)    16层堆叠    32层堆叠    128层堆叠

●多芯片组件-堆叠封装

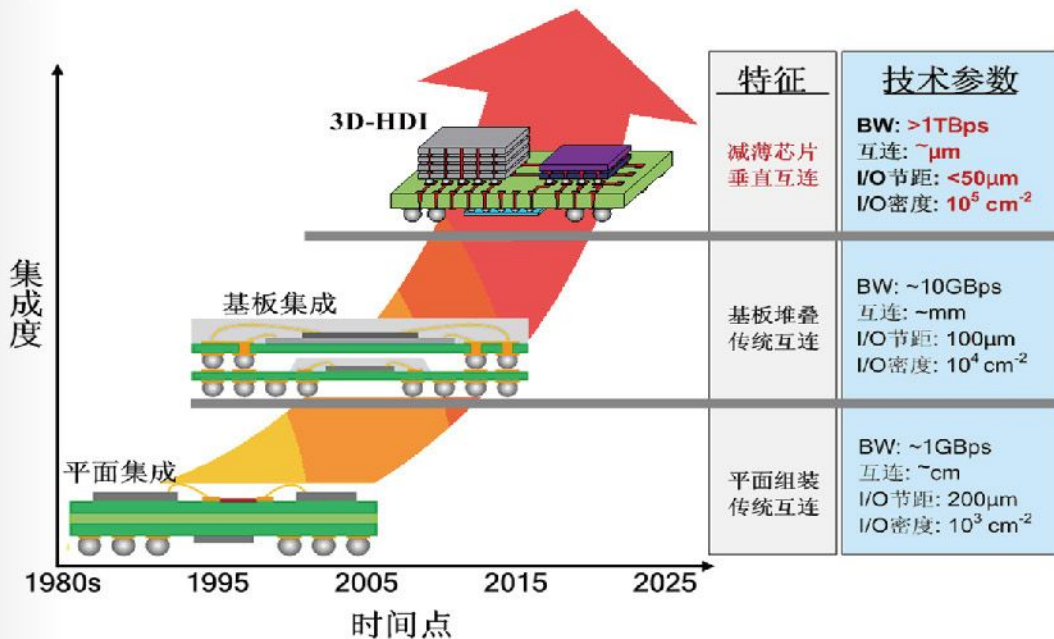
- 技术成熟，可测性好。
- 性能一般，尺寸较大。

顶部模块    底部模块    PoP结构示意图    PoP截面图

3、复合式多芯片组件结构

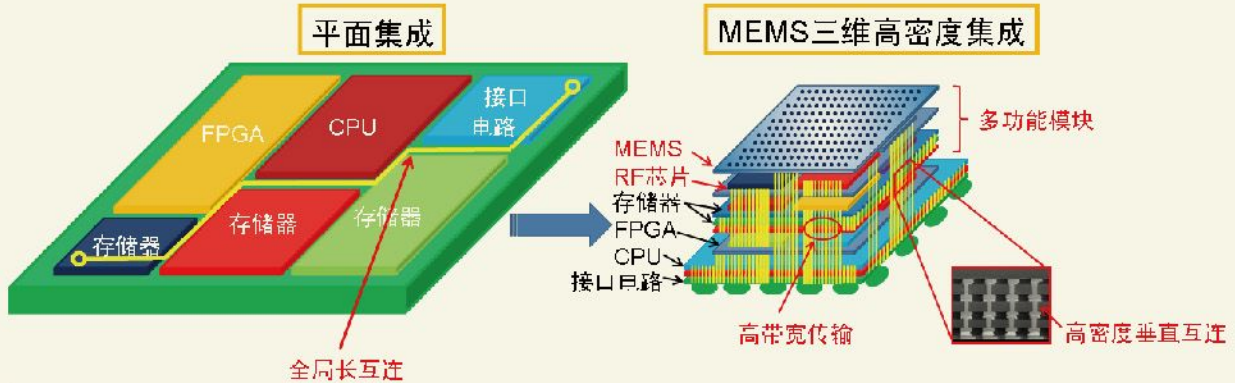


4、高密度集成技术



### 三、三维集成 (3D-IC) 技术

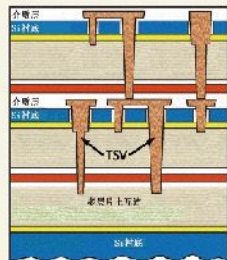
#### 三维高密度集成技术



#### 三维集成电路

利用硅片通孔 (TSV) 将多个同质或异质的芯片垂直堆叠

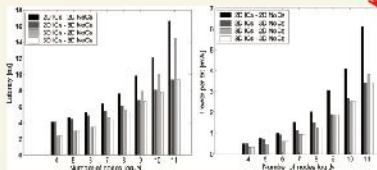
TSV技术实现3-DIC的关键



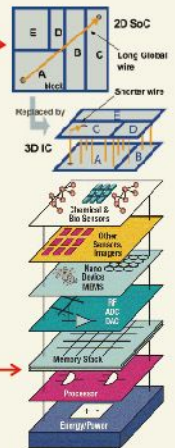
- 超摩尔定律广阔平台, 使不同材料(硅、III-V化合物、碳纳米管等)和工艺(存储器、逻辑电路、射频电路、微机械系统等)集成到一个芯片中。
- 3-D IC在解决2-D IC的功耗、延时、工作频率、集成度、异质集成、成本等问题上表现出诱人的发展潜力。

#### 3-D IC的优势

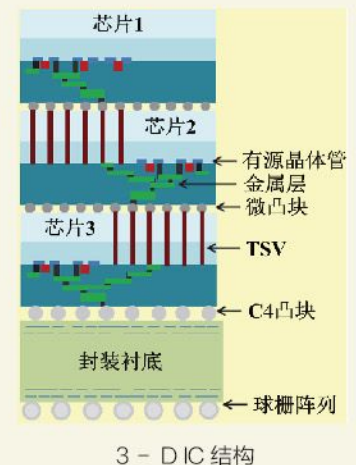
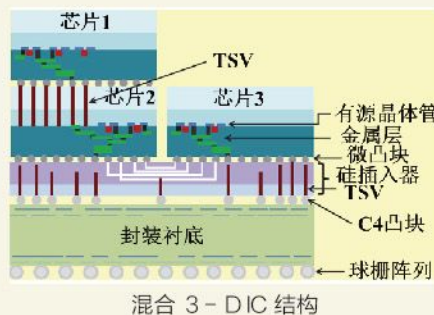
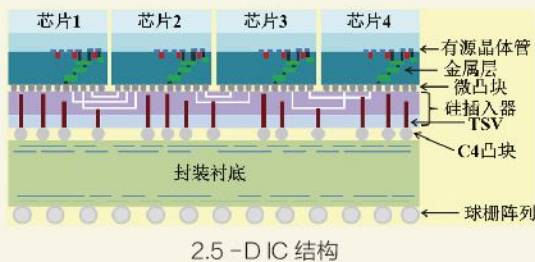
有效的减小了互连线的长度。



- 提高了互连密度。
- 可实现异质集成。
- 减小芯片面积、降低制造成本等。



#### 基于TSV的3D IC结构



## 硅通孔(TSV)

➤ **硅通孔(Through-Silicon Via):** 通过在芯片之间、晶圆之间制作垂直导通，实现芯片之间互连的技术。

➤ **优点:** 使芯片在Z轴方向堆叠的密度最大;

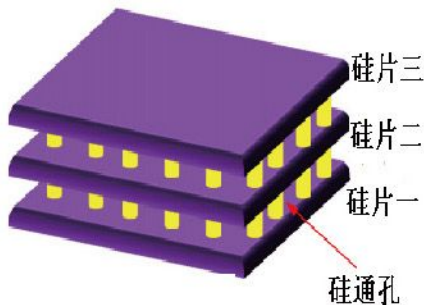
传输特性好;

外形尺寸小;

寄生参数小;

降低芯片功耗;

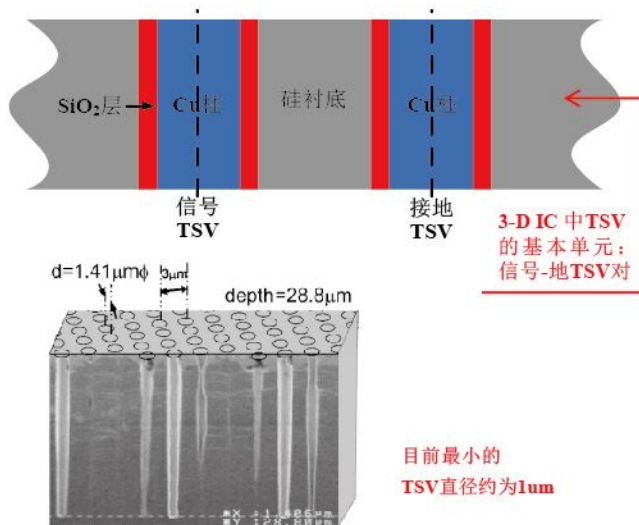
热膨胀可靠性高等。



### TSV的基本结构(1)

名称	锥型TSV	圆柱型TSV	环型TSV	同轴TSV	屏蔽差分TSV
结构					
优点	1. 工艺简单 2. 填充金属时不容易产生空洞, 可靠性高	1. 结构简单 2. 填充金属可以采用Cu、W、多晶硅等多种材料	1. 与CMOS工艺兼容 2. 热机械稳定性好	可以屏蔽噪声和信号干扰, 高频性能好	1. 可传输差分信号 2. 可屏蔽噪声和信号干扰, 高频性能好

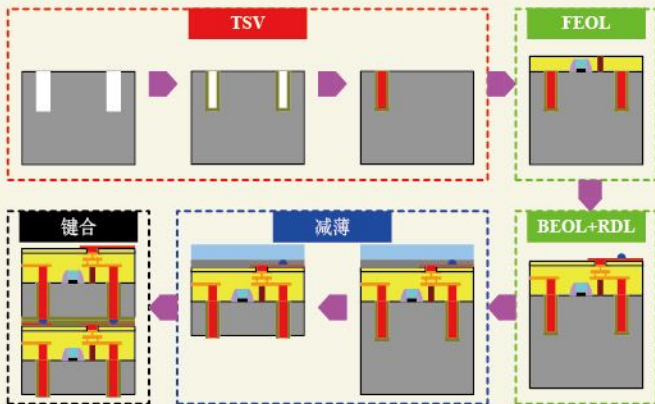
### TSV的基本结构(2)



### 3D-IC的工艺流程

分类标准		分类	说明
TSV 的制造顺序	以前道和后道工艺为参照	先通孔	在前道工艺之前制造TSV
		中通孔	在前道和后道工艺之间制造TSV
		后通孔	在后道工艺之后制造TSV
	以键合为参照	先通孔	在永久键合前制造TSV
		后通孔	在永久键合并减薄后制造TSV
		堆叠方式	正面对正面
键合方式	正面对背面	相邻两层芯片的器件层顺序放置	
	芯片对芯片	芯片与芯片键合	
	芯片对圆片	芯片与圆片键合	
	圆片对圆片	圆片与圆片键合	

## 3-D IC工艺流程(1)

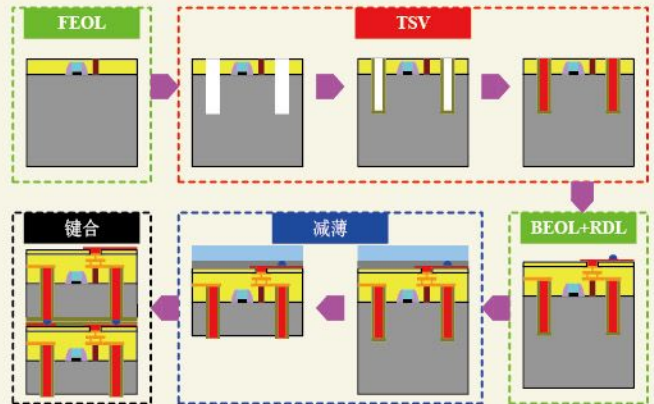


**先通孔**是在前道工艺的CMOS工艺之前制造TSV即在没有进行任何常规集成电路工艺以前的空白硅片上制造TSV的工艺顺序。

特点:

- 制造芯片互连层时需要考虑与TSV的连接;
- 上下相邻层的TSV不能直接键合;
- 最常用的TSV导电材料是**掺杂的多晶硅和钨**;
- TSV可由CMOS制造厂制造甚至由硅片制造商提供, 而不用封装企业进行。

## 3D-IC工艺流程(2)

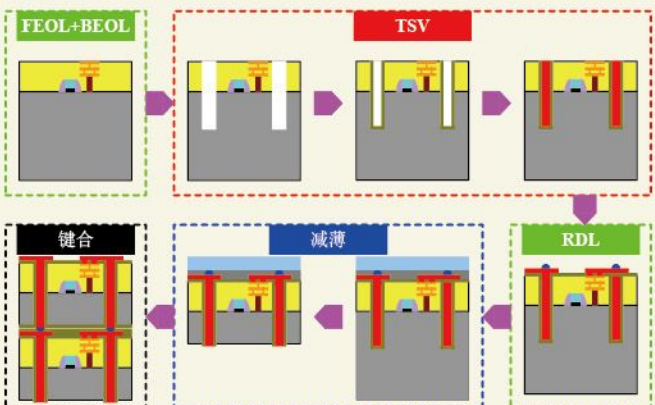


**中通孔**是在前道工艺和后道工艺之间制造TSV即在CMOS器件完成以后、平面互连层完成以前制造TSV的工艺顺序。

特点:

- 制造TSV时不需要刻蚀多层互连介质层, 容易实现较高的深宽比。
- 为电路设计和版图提供了最大的灵活性。
- 上下相邻层的TSV不能直接键合。
- 可以使用**铜**作为TSV的导体。

## 3D-IC工艺流程(3)

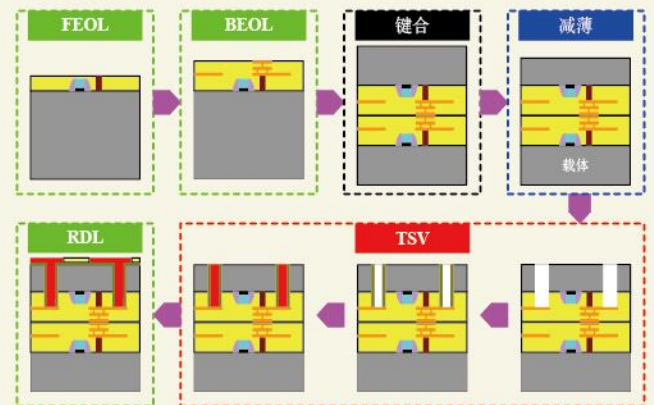


**后通孔**工艺是在后道工艺之后制造TSV, 即所有CMOS工艺都已经完成后制造TSV的工艺顺序。**键合前后通孔**表示TSV制造在键合之前进行。

特点:

- 位置相对的TSV可以直接连接。
- 既可直接永久键合形成面对面的结构形式, 也可形成面对背的结构形式。
- 先刻蚀SiO<sub>2</sub>介质层再刻蚀硅衬底, 使硅深刻蚀时出现直径扩张现象。
- TSV既可以在集成电路工厂内完成, 也可以在封装厂内完成。

## 3D-IC工艺流程(4)



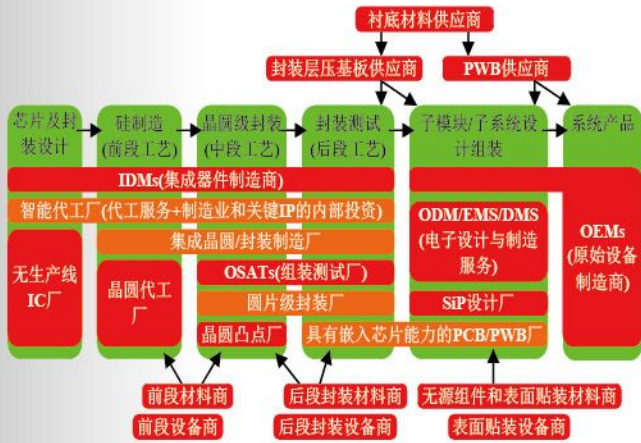
**键合后后通孔**表示TSV制造在键合之后进行。

特点:

- 位置相对的TSV可以直接连接。
- 通常只进行永久键合形成面对面结构形式, 这对于多层集成有较大的限制。
- 先刻蚀硅衬底再刻蚀SiO<sub>2</sub>介质层, 使SiO<sub>2</sub>介质层刻蚀时出现横向刻蚀现象。
- TSV既可以在集成电路工厂内完成, 也可以在封装厂内完成。

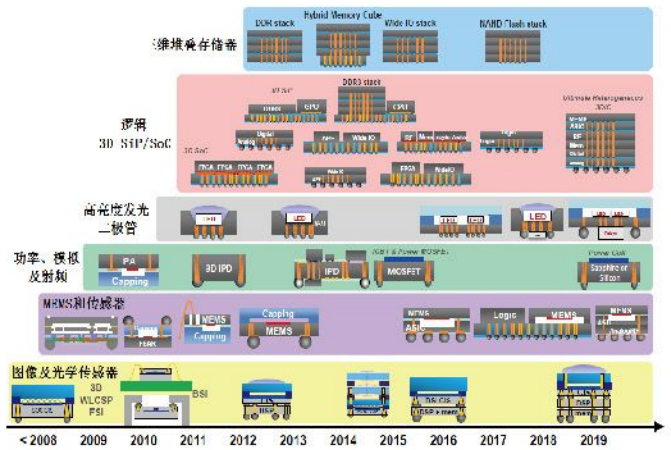


### 4、3D-IC产业链



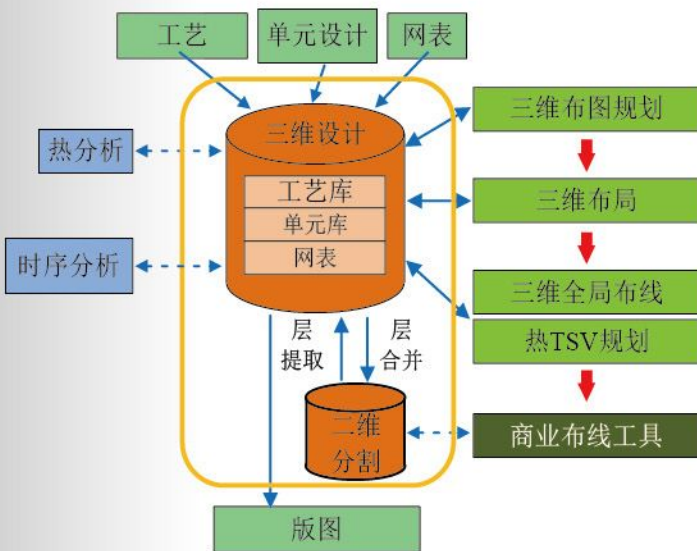
- 每个环节均由多部门共同参与完成。
- 产品性能缺陷从过去的责任清晰变得难以界定，晶圆制作和封装到底哪个环节该为良率负责？
- 整个供应链从材料、设计，乃至工艺流程尚未订出共同标准。

### 3-D IC发展线路图



- 小体积、高集成度、高数据带宽、多功能的方向
- 最终的目标是实现高度集成的**异质3D-IC**

### 5、3D-IC设计设计流程



除了基本的2-D IC设计步骤外，还要着重考虑芯片的三维布局、布线、信号TSV和导热TSV的布局。另外，3-D IC的时序分析和热性能分析也是设计的重点。

### 科学问题

- **TSV建模**：层间信号通道和热传输通道，系统研究TSV参数提取、建模、耦合、隔离、信号延迟等科学问题；
- **热模型与热管理**：散热影响2-D IC和3-D IC性能和可靠性，研究TSV热模型和热管理、热驱动布局技术是3-D IC实现的必要条件；
- **3-D IC设计方法学**：研究3-D IC在多目标约束下的性能优化技术，突破TSV成本、空白区分布、3-D全局互连线特性等优化设计方法学。

## 四、西电的三维集成基础研究

### 国家自然科学基金

重点项目	基于TSV的三维集成电路设计技术	61334033
面上项目	三维集成电路的TSV建模和信号完整性关键技术研究	61376039
面上项目	三维片上网络芯片关键设计技术研究	61474087
面上项目	基于三维光电混合集成电路的光TSV研究	61474089
面上项目	碳纳米管TSV建模、热特性及电磁特性研究	61474088
面上项目	铜硅通孔热-电-磁特性及滤波器应用	61574104

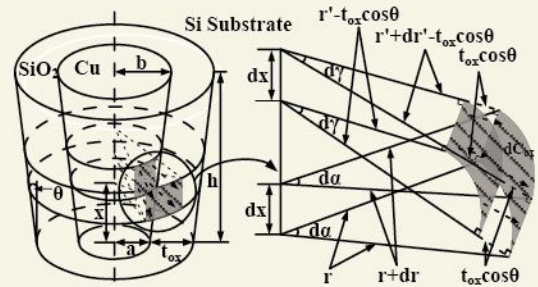
### TSV新结构及热电磁模型

提出了圆锥型、屏蔽差分型、同轴-环型和空气腔等硅通孔结构，建立了热模型、电容解析模型、等效电路模型和电磁模型。

- 圆锥形硅通孔(T-TSV)电容的解析模型
- SDTSV等效电路模型以及全波参数提取
- 新型双环TSV结构热机械特性及高频传输特性
- 环形TSV热管理：FOM折衷模型
- GSG模式锥形TSV寄生参数提取与等效电路模型
- 空气腔TSV结构寄生参数提取与等效电路模型

### 1. T-TSV氧化层和硅衬底电容模型

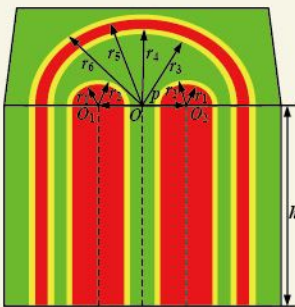
- T-TSV不但在工艺上制作方便，而且其结构也非常接近实际情况。
- T-TSV的氧化层电容和硅衬底电容是影响传输延时和耦合噪声的关键参数。
- 采用保角变化法，提出T-TSV氧化层和硅衬底电容的精确计算模型。
- 使用Q3D验证模型，在倾角从 $0^\circ \sim 20^\circ$  范围内，氧化层和硅衬底电容模型的最大误差分别为1%和3%。
- 当T-TSV的倾角等于零时，提出的电容模型退化为圆柱形TSV的电容模型。



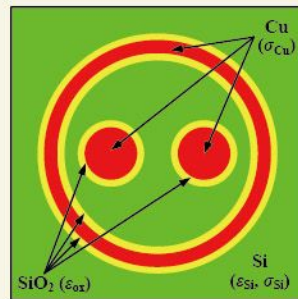
T-TSV氧化层电容解剖示意图

IEEE Microwave and Wireless Components Letters, 2014, 24 (5): 294-296.

### 2. 屏蔽差分硅通孔等效电路模型



SDTSV剖面图

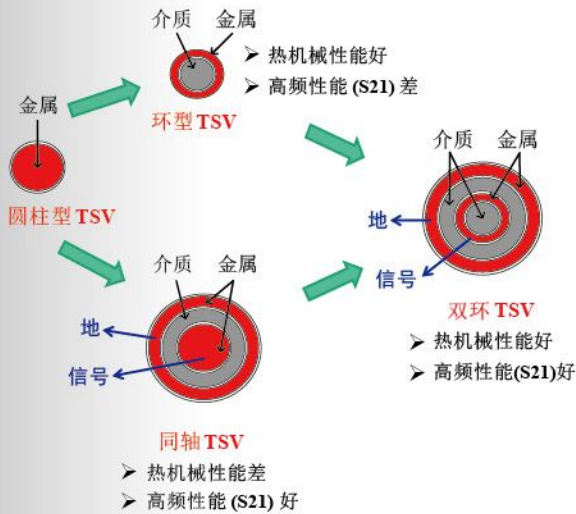


SDTSV俯视图

- 提出了SDTSV的等效电路模型，进一步通过“ $\Delta$ -Y- $\Delta$ ”变换法对其进行简化得到了SDTSV的简化等效电路模型，如上图所示。
- 提出了SDTSV的RLCG分布参数全波提取方法。
- 使用简化的SDTSV的等效电路模型深入研究了SDTSV的电磁特性，为将来在3-D IC中使用SDTSV提供有用的设计准则。

IEEE Transactions on Electron Devices, 2015, 62 (5): 1544-1552.

### 3. 双环TSV结构



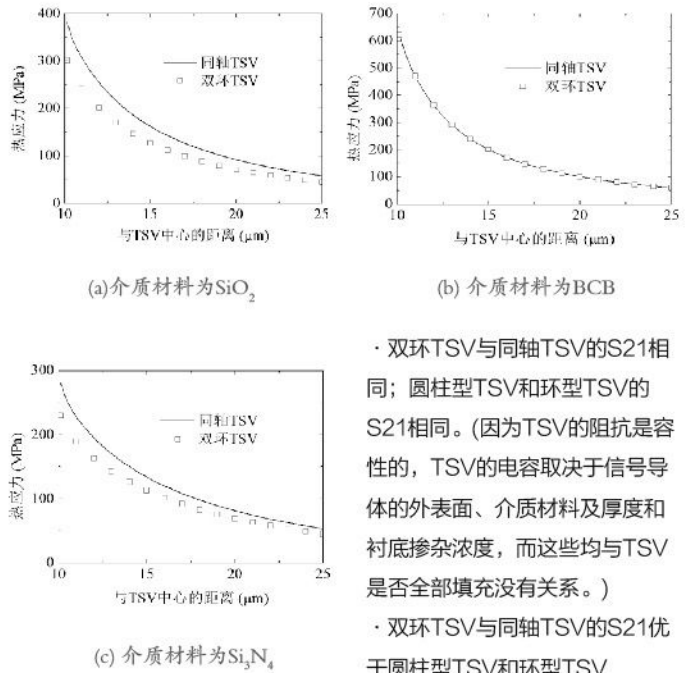
双环TSV在保证了与同轴TSV同样优越的电传输性能的同时, 减小了引入的**热应力**和**阻止区(KOZ)**, 提高了**热机械性能**, 而且工艺上也是可实现的, 是一种很有应用潜力的TSV结构。

### 4. 环型TSV热管理

- 考虑TSV金属的导热性, 采用等效热阻的方法, 提出基于TSV的3D IC芯片温度的解析模型。
- 提出了热应力和热应变的解析模型, 并采用阻止区作为芯片的热机械可靠性指标。
- 基于所提出的温度和阻止区模型, 建立了品质因子(FOM)折衷模型, 计算了环型TSV的金属比例最优值。
- 研究了TSV半径、插入密度、填充材料和堆叠层数对FOM和金属比例最优值的影响, 获得环型TSV金属比例FOM为0.3。

IEEE Trans. On Components, Packaging and Manufacturing Technology, 2015, 5 (8): 1093-1099.

### 双环TSV的热机械性能



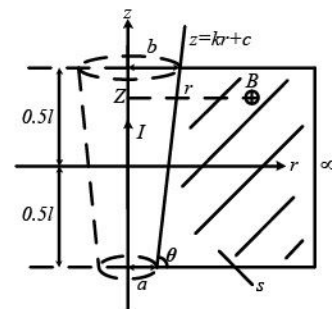
· 双环TSV与同轴TSV的S21相同; 圆柱型TSV和环型TSV的S21相同。(因为TSV的阻抗是容性的, TSV的电容取决于信号导体的外表面、介质材料及厚度和衬底掺杂浓度, 而这些均与TSV是否全部填充没有关系。)

· 双环TSV与同轴TSV的S21优于圆柱型TSV和环型TSV

IEEE Trans. Electron Devices, 2014, 61 (8): 2928-2934.

### 5. GSG模式锥型TSV结构(1)

- 锥型TSV的侧壁与其上下底面有一定的夹角  $\theta$ , 有利于阻挡层和种子层淀积, 并且在填充金属导体时不容易产生空洞。
- 采用部分电感的概念来提取锥型GSG模式空气隙TSV的寄生电感效应, 包括自感、互感以及回路电感。



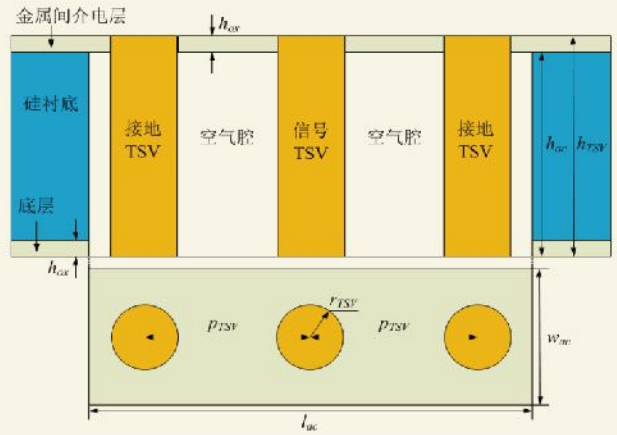
计算TSV导体寄生电感的坐标图

IEEE Microwave and wireless components letters, 2015, 25 (7): 424-426.  
IEEE Microwave and wireless components letters, 2015, 25 (8): 493-495.

## 6. 空气腔TSV寄生参数与等效电路

寄生效应包括TSV铜导体寄生电阻与电感、金属间介电层(IMD)寄生电容, 综合其各部分寄生参数, 建立GSG模式空气腔TSV等效电路及 $\pi$ 型简化等效电路。

IEEE Microwave and wireless components letters, 2016, 26(2):89-91.



空气腔TSV截面图

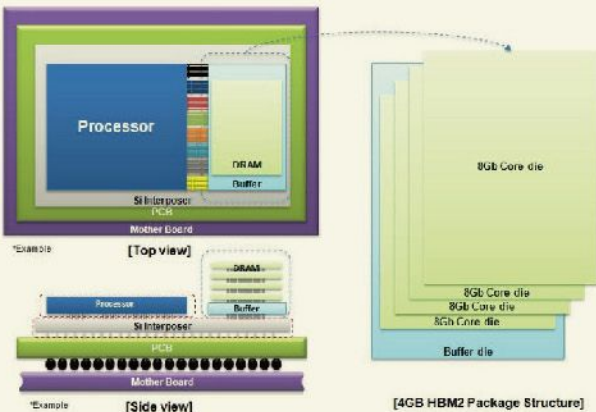
# 五、三维集成技术应用

## 三维集成技术优势

- 1) 高密度集成: 单位体积内处理能力、存储密度
- 2) 高性能集成: 高速、高频、高功率
- 3) 系统集成: 多性能、系统功能
- 4) 异质集成: 光、电、力、化学

## 2. TSV与高带宽内存(HBM)

- 2016年1月, 三星开始量产基于第二代高带宽内存 (HBM2) 技术的业内首个4GB DRAM显存颗粒, 底部封装了一个缓冲芯片, 进一步堆叠了四个8Gb (1GB)容量的HBM2 DRAM芯片, 然后通过TSV垂直互连。
- 2016年9月, SK海力士量产基于4GB HBM2 DRAM, 随后8GB HBM2 DRAM量产。



三星量产4GB容量的HBM2显存

## 1. TSV与存储器

- 2014年4月, SK海力士发布了世界首款128GB DDR4 内存, 采用了海力士先进的8Gb(1GB) DDR4 DRAM芯片, 20nm制程技术, 3-D TSV封装技术
- 2015年11月, 三星也推出单条容量高达128GB DDR4内存。包含有16个颗粒, 单颗粒是8GB, 这些颗粒都采用TSV封装

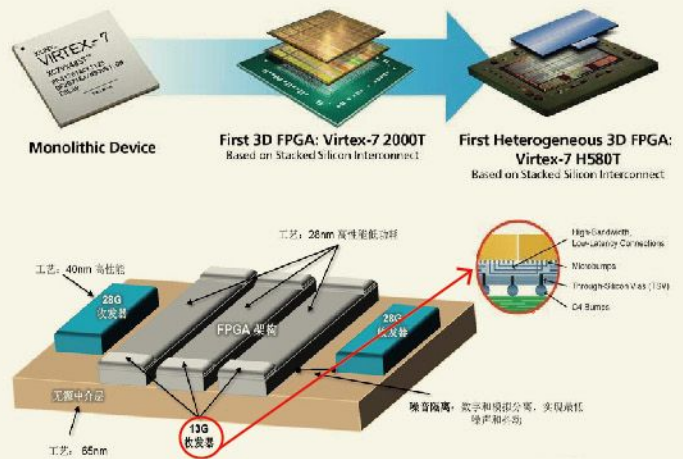


SK海力士的128GB DDR4内存



三星的128GB DDR4内存

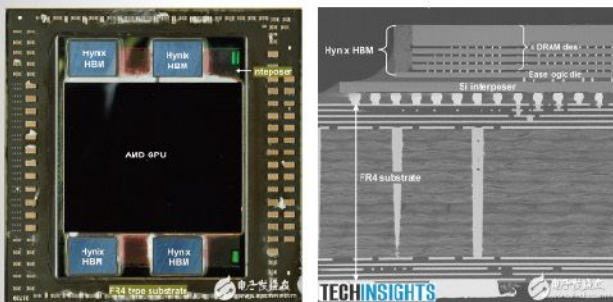
## 3. TSV与3D FPGA



赛灵思全球首款异构3-D FPGA Virtex<sup>®</sup>-7 H580T芯片, 采用TSV技术, 可提供多达16个28 Gbps收发器和72个13.1 Gbps收发器, 是唯一能满足关键100G和400G应用功能要求的单芯片解决方案。

## 4、TSV与SOC

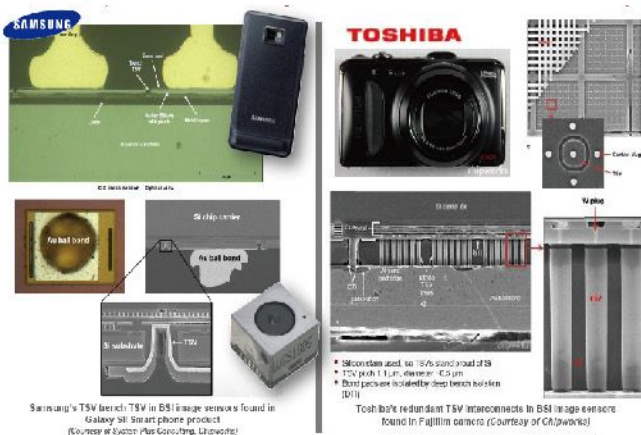
2015年，AMD采用TSV技术的旗舰显卡Radeon™ R9 Fury X量产。GPU作为中介层，周围围绕4个海力士高带宽(HBM) DRAM模组。中介层和F4基板采用TSV连接。



AMD的旗舰Fury X显卡

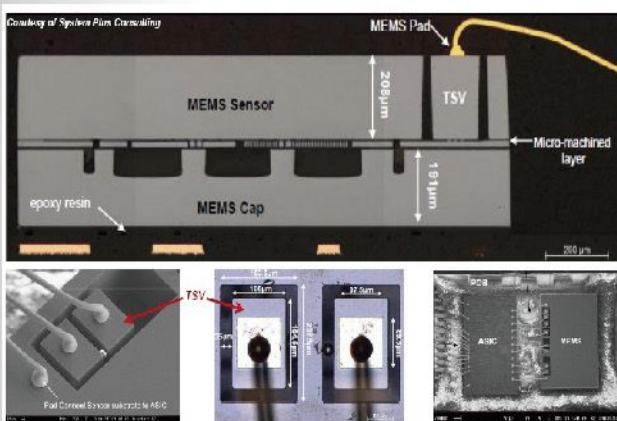
AMD的Fury X封装横截面

## 5、TSV与CMOS Sensor



已在CMOS传感器领域实现了产业化，最大像素>1 800万。

## 6、TSV与MEMS

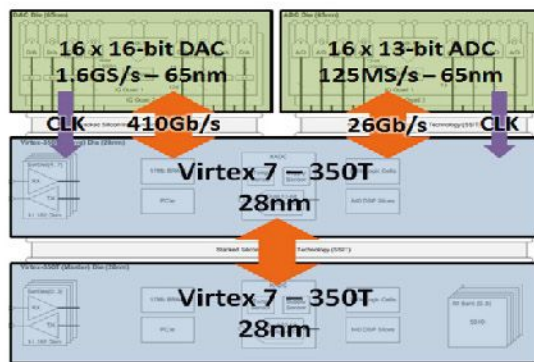


ST公司基于TSV的加速度传感器已用于智能手机、平板电脑。

## 7、高集成异构3-D IC (2015)

- 集成2路28nm Virtex-7 FPGA, 32路65nm ADC/DAC
- CS-BGA封装(35mm\*35mm)

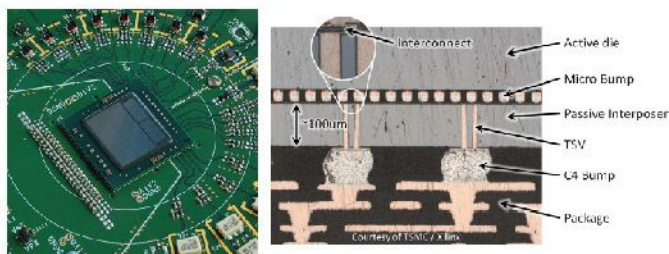
### IEEE JSSC 2015 Vol.50, No.1



## 8、3D-IC与高性能计算

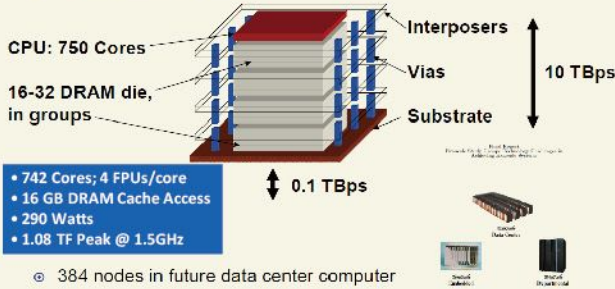
高密度、高速度、低功耗、异质集成

- 1) 处理单元集成：高密度、高速度、低功耗
- 2) 存储单元：大容量、大带宽
- 3) 高速互连：光电互连
- 4) 系统集成：处理-存储一体化

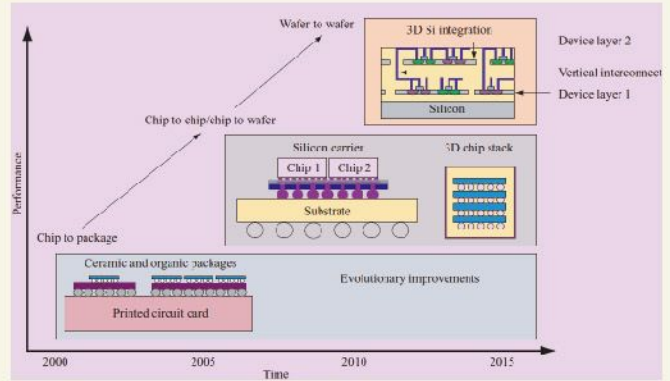


## DARPA Exascale 计算研究计划

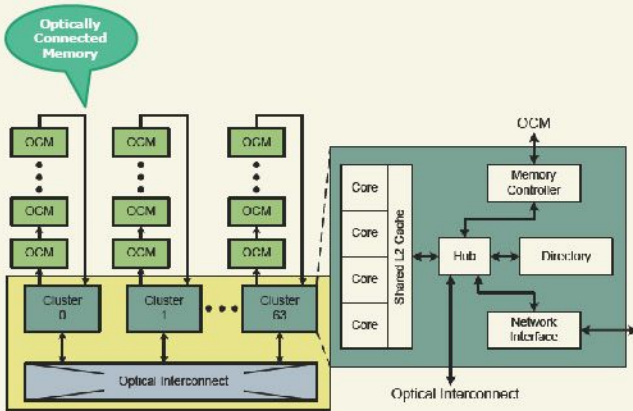
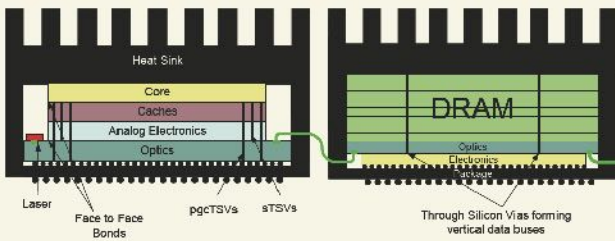
- Snapshot of the future?
  - “Extreme” stacking needed to manage bandwidth and energy
  - One computing node:



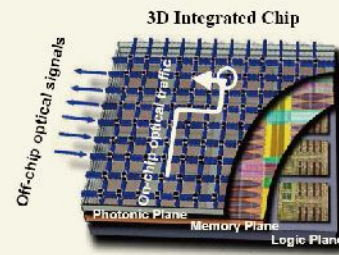
## IBM: Optically connected 3-D Supercomputer



## HP : Supercomputer Chip “Corona”



新一代先进超级计算机芯片(10 Tflops)  
 集成在一个多层次的3D阵列, 将256个微处理器  
 和光束连接在一起。  
 2017年第一个版本芯片。



IBM Power 7+: four 32nm CMOS multi-core CPU dies are placed side by side on a silicon interposer. Power 8 by IBM to be based on 2.5D Interposers

- Logic plane: ~300 cores, ~5TF(36 “supercores”)
- Memory plane: ~30GB eDRAM
- Photonic plane: On-Chip Optical Network, >20 Tbps (bidirectional) optical on-chip (between supercores), >20 Tbps optical off-chip

## 结束语

- 三维集成电路技术是超越摩尔定律的重要途径;
- 三维集成电路在高密度、高速度、高功率、多功能集成方面具有独特优势;
- 三维集成电路技术有望在高性能存储器、传感器、异构集成和高性能计算领域发挥重要作用。

# 碳化硅功率器件现状

张玉明

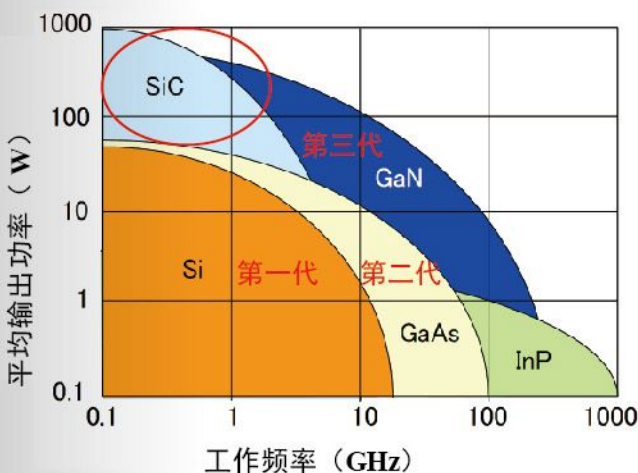
西安电子科技大学 微电子学院 院长、教授、博士生导师

## 一、SiC功率器件背景及意义

### 研究背景（碳化硅电力电子器件）

电力电子器件性能的巨大提升

输变电、光伏、电力推进（电动汽车）等应用的换代



### 碳化硅的材料优势

高禁带宽度，高热导率，高临界击穿电场，高漂移速率

	禁带宽度 (eV)	击穿场强 (MV/cm)	电子饱和速度 ( $10^7$ m/sec)	电子迁移率 ( $\text{cm}^2/\text{V sec}$ )	热导率 (W/cmK)
第一代 Si	1.1	0.3	1.0	1350	1.5
第二代 GaAs	1.4	0.4	2.0	8500	0.5
碳化硅 4H-SiC	3.26	2.4	2.0	960	4.5
6H-SiC	3	2.2	2.0	370	4.5

宽禁带宽度 → 高结温  
 高击穿场强 → 高击穿电压  
 低导通电阻，低的热阻 → 高功率，大电流  
 高压、大功率的SiC电力电子器件

### 碳化硅器件优势 —— 高电压，低导通电阻，高开关速度，高工作温度

#### 材料优势

High  $T^*$  applications  
High Frequency switching

Material Property Comparison between Si and SiC

Breakdown Electric Field (intrinsic): Si 0.3 → SiC 2.8

Higher voltage capability with thinner & lower resistance semi-conductor layer

Si-MOSFET vs Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-MOSFET

1/300 Lower Drift Layer Resistance

Reduction of Conduction loss

1/10 Thinner x 100 Higher Doping Concentration

采用SiC SBD 混合模块

重量 -2kg  
尺寸 -19%

重量 -4kg  
尺寸 -30%

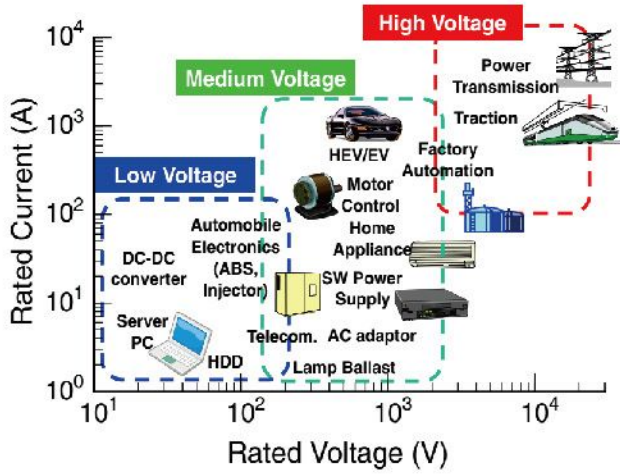
重量 -6kg  
逆变器尺寸 -43%

采用“全SiC”模块

重量 9kg  
Max. 220KW  
第4赛季 (Dec. 2017)

## 主要应用领域

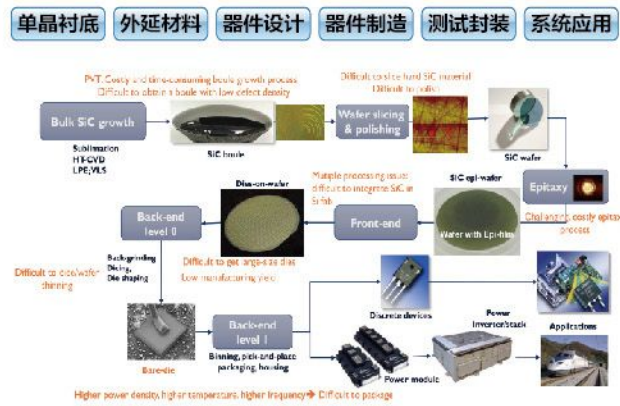
电动汽车（充电桩），电网，高铁，白色家电



## 代表性的应用领域



## 碳化硅产业链分布



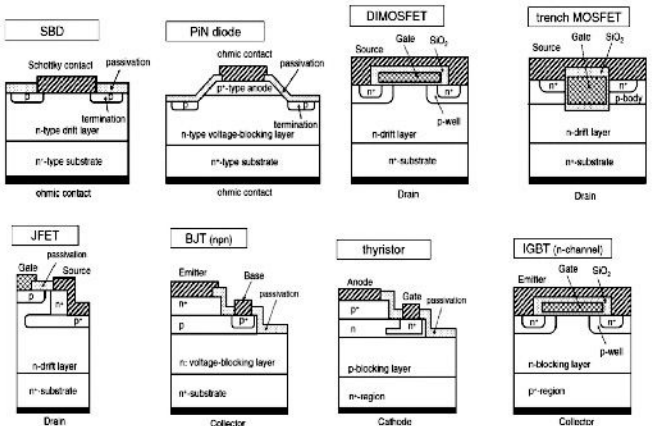
## 碳化硅产业国际上主要厂商



## 国内碳化硅产业厂商



## 碳化硅功率器件的主要种类



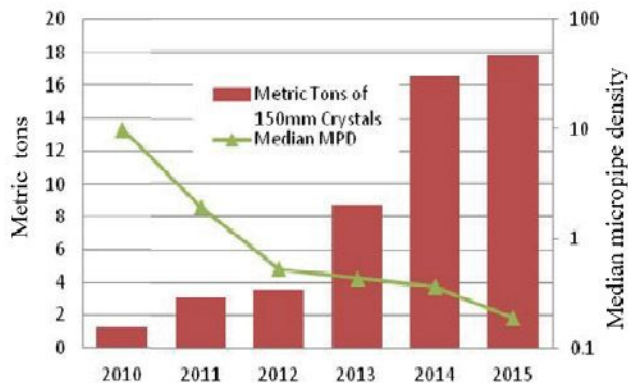
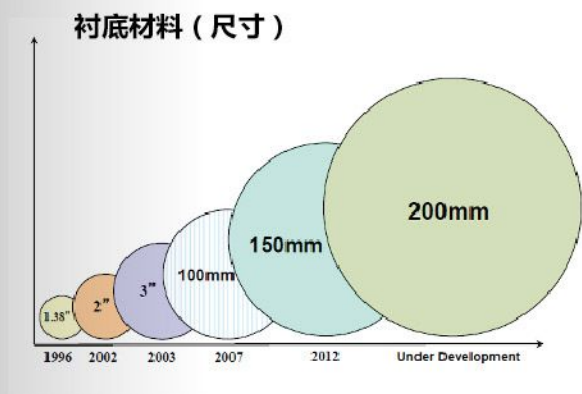


### 碳化硅功率器件的主要种类 可提供不同器件产品的厂商



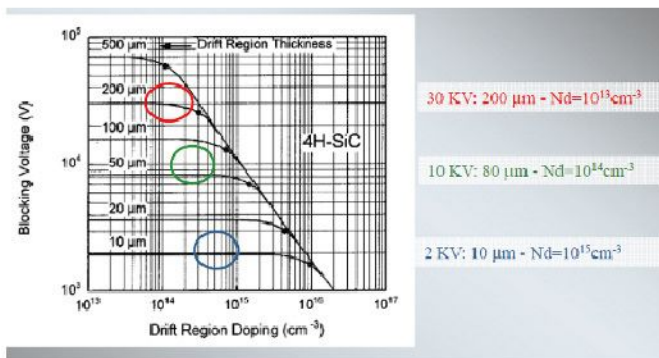
## 二、目前SiC技术发展现状

### 衬底材料研究进展



150mm衬底多家公司已经能够量产  
 > 200mm 衬底正在研发中  
 Wafers are being manufactured in R&D quantities

## 外延材料研究进展



### 关注热点

- ◆ 缺陷控制
- ◆ 生长速度研究
- ◆ 寿命的提升
- ◆ 异质外延生长

## 外延材料的国外研究现状

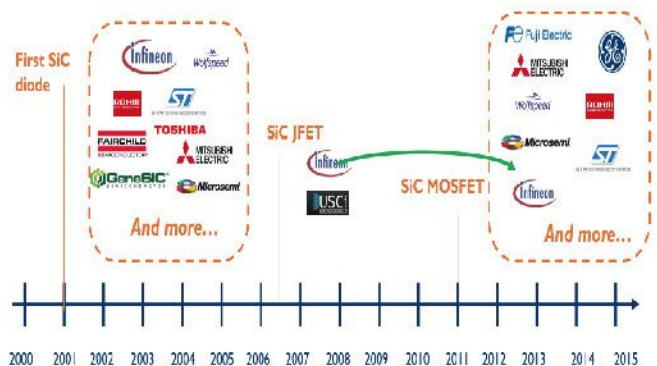
- **尺寸**: Wolfspeed等公司都可以生长4英寸及6英寸的高质量SiC外延材料
- **偏角**: 4° 偏轴衬底凭借其成本优势逐渐成为大尺寸4H-SiC的主流
- **缺陷控制**: Wolfspeed公司将6英寸SiC外延的微管缺陷密度降低到 $0.3\text{cm}^{-2}$ ; Kallinger等通过KOH刻蚀后选择合适的工艺参数已经将BPD密度降低至 $\sim 1\text{cm}^{-2}$ ; 在ECSCRM2016中昭和公司提出减少C/Si来降低相关的C缺陷。
- **厚膜快速外延**: 日本产业技术综合研究所在1600°C实现了 $100\ \mu\text{m}/\text{小时}$ 的生长速度, 利用2英寸衬底实验时, 平均生长速度达到了 $140\ \mu\text{m}/\text{小时}$ , 膜厚的不均匀性仅为3.9%

## 外延材料的国内研究现状

- **尺寸**: 天域、天科合达、翰天天成等公司均可以生长4英寸的SiC外延材料, 6英寸产品方面目前还有待提高, 且在缺陷控制等方面还存在问题
- **厚度**:  $5\ \mu\text{m}-30\ \mu\text{m}$ 均有4英寸的量产产品, 但在厚膜外延方面还未有成熟的产品
- **多层外延结构**: 国内用于制备IGBT, BJT, PiN等双极器件的多层外延的研究较少

## 碳化硅功率器件产业的发展

- 2001年 Infineon首先推出SiC SBD。
- 2008年5月 Fairchild发布SiC BJT产品
- 2010年 Rohm宣布量产SiCMOSFET。
- 2011年1月 Cree发布第一个SiC MOSFET商品。
- 2011年5月 Genesis发布6.5kV晶闸管。
- 2012年5月 Infineon发布1200V SiC 常开型JFET
- 2012年9月 Infineon发布第五代SiCSBD产品。
- 2013年3月 Cree宣布量产第二代SiC MOSFET。
- 2014年初 国内泰科天润量产SiC SBD。Rohm量产6inch衬底SiC SBD和4inch沟槽型MOSFET。并已推出1200V300A的SiC MOSFET模块。
- 电装开始供应650V SiC MOSFET样品。6inch工艺。
- Cree已经推出1200V 60A的SiC MOSFET芯片, 1200V 300A 的MOSFET半桥模块。
- ST供应1200V SiC MOSFET样品。
- .....

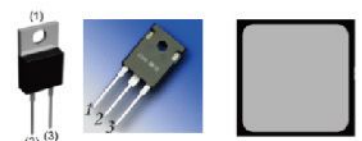


### 二极管种类:

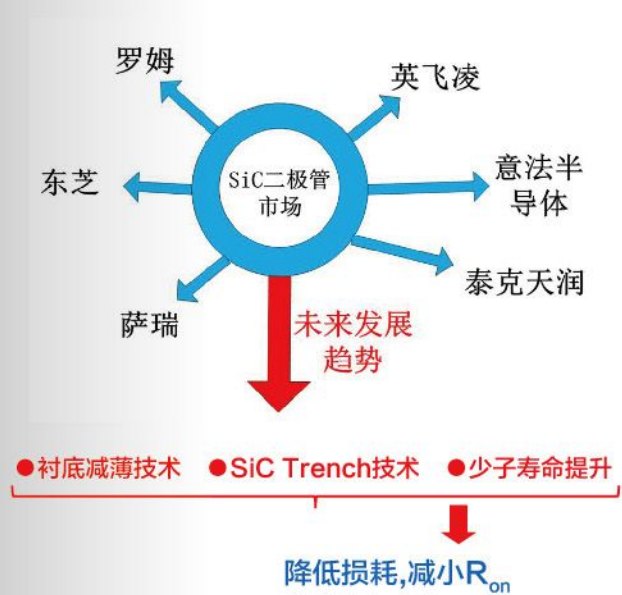
- 600V(1~24A)
- 650V(2~50A)
- 1200V(2~50A)
- 1700V(4~30A)
- 3300V(5~50A)

### 主流结构:

#### SiC JBS二极管



### 碳化硅功率二极管 器件(JBS&PIN)



### 碳化硅功率二极管 器件(JBS&PIN)

击穿电压 10.8kV SiC SBD	击穿电压 10kV SiC JBS	最高功率密度 11.3GW/cm <sup>2</sup> SiC FJ SBD	击穿电压 26.9kV SiC PiN
趋势 ↓	趋势 ↓	趋势 ↓	趋势 ↓
★克服表面缺陷, 实现低压大电流器件	★具有沟槽有源区的SiC JBS器件	★改善开关特性	★提高材料质量, 实现超高压器件
e. g. 2014年韩国: 20A/600V	e. g. Cree 5代产品	e. g. 2009年日本: SiC FJ-PiN	e. g. 2014年德国: 1000A/6500V

### 碳化硅功率二极管器件(JBS&PIN)

**研究热点**

- 改变源区注入形貌, 引入沟槽等形式达到导电电阻和反向漏电的平衡
- 研究表面钝化与反向漏电的关系
- 探索抑制双极效应的方法
- 探索提升载流子寿命, 降低PIN导电电阻的方法

版图优化

钝化改进

### SiC功率器件——MOSFETs

公司	产品数量	电压	电流
Wolfspeed	几十款	600V/1200V/1700V	1A-50A
ROHM	七款	600V/1200V	10A-40A
IXYS	两款	1200V	20A/40A
意法半导体	两款	600V/1500V	15A/47A

由于SiC功率MOSFET在高压应用范围内优势明显。相对于UMOSFET, 近年来产品的研究热点在VDMOSFET器件上。

2011年	Sei-Hyung Ryu 等人设计实现了导电电阻只有3.7 mΩ·cm <sup>2</sup> 反向耐压1500V
2013年	Sei-Hyung Ryu 等人使用56 mm <sup>2</sup> 大的有源区面积实现了150A的大电流4H-SiC D MOSFET
2014年	Vipindas Pala等人实现了面积为8.1 × 8.1 mm <sup>2</sup> 的10 kV/20 A SiC MOSFETs, 室温下导电电阻为100 mΩ·cm <sup>2</sup>

## SiC功率器件——MOSFETs

研究热点



阈值稳定性, 栅可靠性等研究

提高载流子迁移率, 降低界面态 (处理方式多样)

新型MOSFET结构 (UMOSFET, SJ-V MOSFET)

缺陷的形成机理及位置研究

### ECSCRM2016

#### ● 阈值稳定性, 栅可靠性等研究

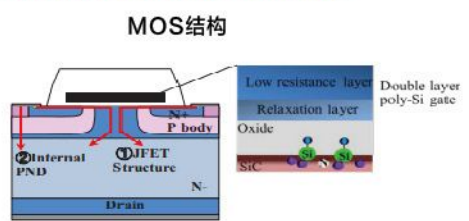


Fig. 1 Cross-sectional cell schematic of 3.3 kV SiC MOSFET.

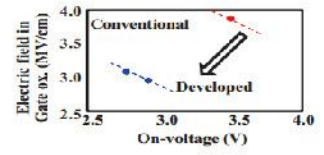


Fig. 2 Simulated results of electric field in gate insulator and on-voltage of SiC MOSFETs.

提升JFET深度, 降低界面处的峰值电场

#### ● 栅氧生长及处理工艺

##### N<sub>2</sub>O退火工艺中加入B扩散工艺

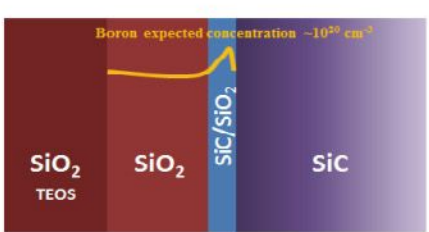


Fig. 1. New oxide configuration; N<sub>2</sub>O, B diffusion and CVD TEOS

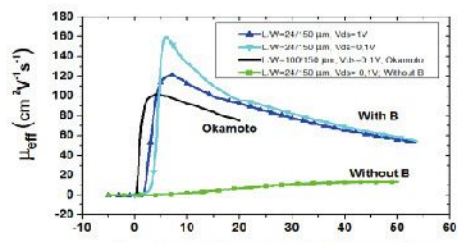
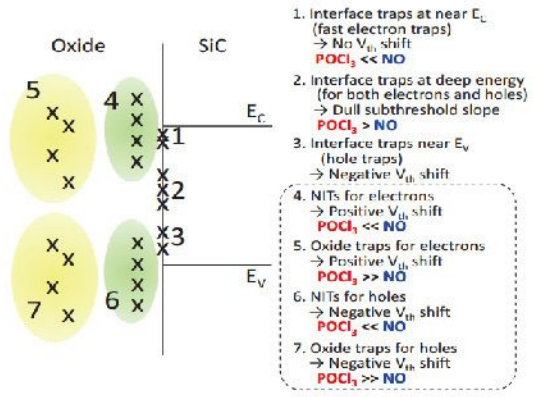


Fig. 2. Impact of Boron treatment on the channel mobility

有效降低界面态, 提高迁移率

#### ● 栅氧不同退火方式



- 氮化处理, 磷化处理均会产生陷阱
- 氮化处理: 氧化层陷阱
- 磷化处理: 界面陷阱

#### ● 高温Ar气氛退火

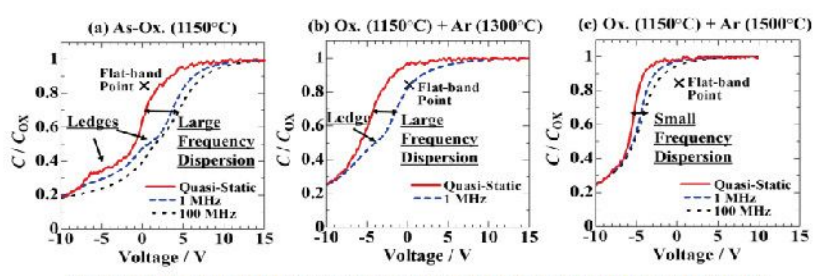


Fig. 1: Quasi-static, 1 MHz, and 100 MHz capacitance-voltage ( $C-V$ ) characteristics for MOS capacitors with oxides formed by (a) oxidation at 1150°C, (b) oxidation at 1150°C followed by Ar annealing at 1300°C, and (c) oxidation at 1150°C followed by Ar annealing at 1500°C.

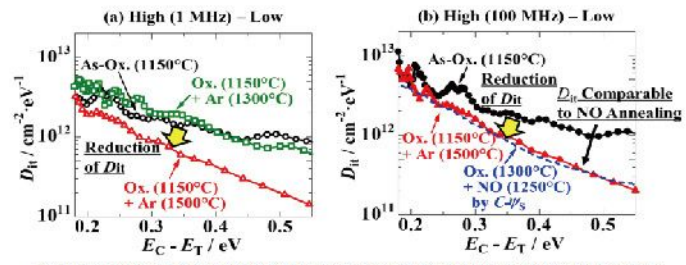


Fig. 2: Evaluated  $D_{it}$  distributions with (a) high (1 MHz)-low and (b) high (100 MHz)-low methods for the fabricated MOS structures. The result for a sample after NO annealing evaluated by C-V method is also shown for comparison in (b).

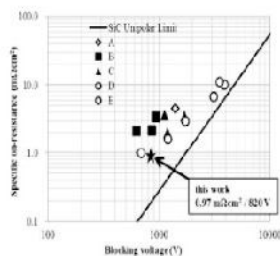
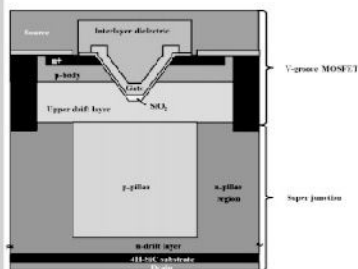
高温Ar气氛退火可以有效降低界面处的碳残留, 降低界面态

## SiC功率器件——MOSFETs

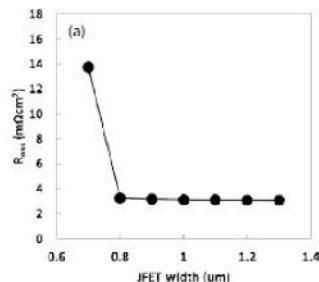
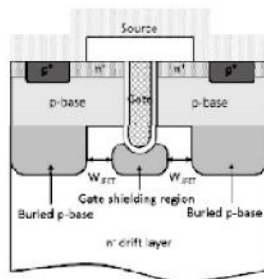
ECSCRM2016

### ● 新型MOSFET结构

#### SJ-V MOSFET



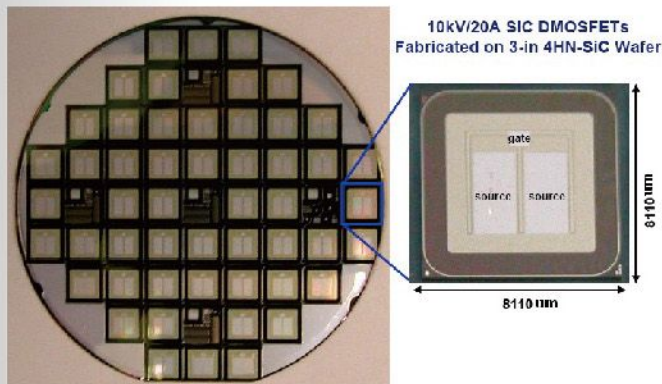
#### IE-UMOSFET



引入groove和super junction结构，有效降低导通电阻

在传统UMOSFET结构下引入P-buried layer，使栅氧得到较好的保护，且不增加导通电阻

## SiC功率器件——MOSFETs



Cree在3英寸晶圆上制作的10kV/20A MOSFET。芯片面积超过 8mm x 8mm。

## 碳化硅功率IGBT

4H-SiC IGBT在大功率领域有着广阔的应用前景。

正处于研发阶段

## 碳化硅功率IGBT研究现状

Author/Type/year	BV (kV)	Jc (A/cm²)/Size	R <sub>on</sub> (mΩ·cm²)	Switch	Ps.
Q. Zhang (Cree) /2005	10	-70@V <sub>ce</sub> =-20V & V <sub>gs</sub> =66V/500μm	175	/	carrier Injection Enhancement effect
X. Wang & J. A. Cooper (Purdue) /N-PIGBTs /2010	20(capable)	27.3@P=300W/cm² & V <sub>gs</sub> =20V/3.4 × 10 <sup>-4</sup> cm²	177	/	n-channel IGBTs on free-standing 4H-SiC epilayers
S. Ryu (Cree) /P&N-PIGBTs /2012	P:15 N:12.5	-200@V <sub>ce</sub> =11.2V & V <sub>gs</sub> =20V/0.16 cm² 200@V <sub>ce</sub> =6.1V & V <sub>gs</sub> =20V/0.16 cm²	P:2.4(diff) N:5.3(diff)	N-type: F-S thick=2μm 0.65@298K 2.3@448K(Inductive) @8kV&5A	Buffer layer design to control the charge injection
Tadayoshi Deguchi (ADPERC, AIST) /P-PIGBTs /2014	13	-100@V <sub>ce</sub> =8.5V & V <sub>gs</sub> =-20V @Temp=523K/0.022 cm²	33(diff) @Temp=523K	E <sub>off</sub> <10mJ@523K(Inductive)@5kV&1A	CSL&JFET ion implantation
E. V. Brunst (Cree, Inc.) /N-PIGBTs /2015	27	~71.4(I <sub>c</sub> =20A) @V <sub>ce</sub> =11.8V & V <sub>gs</sub> =15V/0.28 cm²	~106.4(diff) @RT	3.0kHz@T <sub>j</sub> =150°C(De epPT)	Lifetime enhanced(≥10μs)

## 碳化硅功率IGBT

### 4H-SiC IGBT研究趋势变化

**早期研究**

- 更多关注器件结构的选探以及基本特性的研究；
- 器件特性不理想；

**研究深入**

- 器件结构大体确定，更多关注材料特性改善、器件制备工艺等方面；
- 瓶颈热点主要集中在指标提升上；

**最新趋势**

- 器件指标一般较好，有可用模块(Cree)；
- 研究热点开始向器件应用、可靠性方向转移，材料改善仍是热点；

**器件指标提出更高要求；**

- 更高质量的衬底、外延等器件制备材料；
- 优化的制备工艺，高质量的栅氧化层界面质量和灵活可控的局部载流子寿命；
- 更高的器件可靠性，芯片可靠，参数一致性好，易并联；

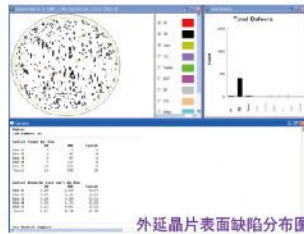
### 三、西电研究主要成果

#### 西电研究主要成果—外延技术

- ◆厚度为10~60微米、掺杂浓度分别为 $5E14\text{ cm}^{-3}$ ~ $1E16\text{ cm}^{-3}$ 的单层外延晶片；
- 主要应用于1200V、1700V、3300V、5000V系列电力电子器件的制备
- ◆N型、P型交替连续生长的NPN型、PNPN型外延晶片；
- 用于4H-SiC 功率BJT、IGBT，槽型MOSFET器件的制备
- ◆超低掺杂 ( $<5E14$ ) 的，50~70微米单层外延晶片；
- 主要用于核探测器件的制备。

从图中可知：

- 样品表面downfall缺陷密度为 $0.21\text{ cm}^{-2}$
- 三角形缺陷密度为 $8.14\text{ cm}^{-2}$
- carrot缺陷为 $0.15\text{ cm}^{-2}$
- 总缺陷密度为 $8.5\text{ cm}^{-2}$ 。



#### 西电研究主要成果—碳化硅JBS系列器件 (1.2kV-5kV)



◆正向电流 40A @ 1.7V,  $R_{on-sp}$  为  $3.2\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$

◆反向击穿电压 1.6kV, 终端效率达到 90.1%

◆正向电流 9A @ 3V,  $R_{on-sp}$  为  $7.58\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$

◆反向击穿电压 3.6kV, 终端效率达到 92.3%

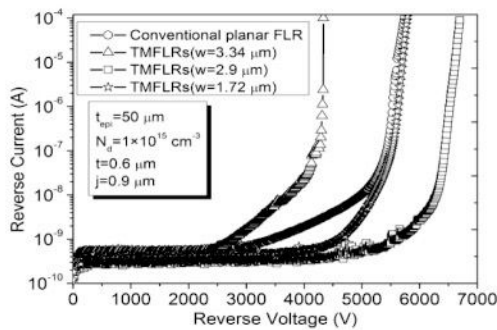
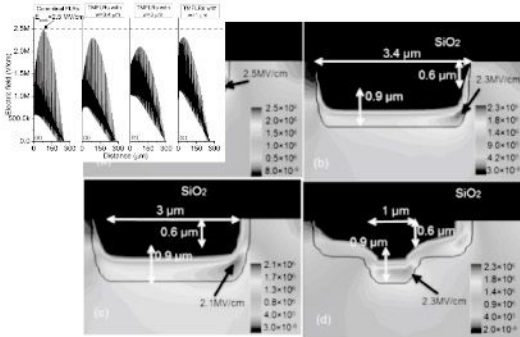
◆正向电流 18A @ 4V,  $R_{on-sp}$  为  $34\text{ m}\Omega \cdot \text{cm}^2$

◆反向击穿电压 5.7kV, 终端效率达到 76%



#### 西电研究主要成果—碳化硅JBS系列器件

国际上首次实验验证了具有trench FLR碳化硅JBS



国际上首次通过实验系统地验证了TMFLRs终端结构在SiC高压功率器件中的应用

工艺与传统结构完全兼容

**突破传统SiC平面离子注入工艺形成的FLR结构的PN结边缘在高温退火过程中不能有效推结的物理限制！**

**实验结果：传统结构5700kV；新结构6700kV；终端效率90%**

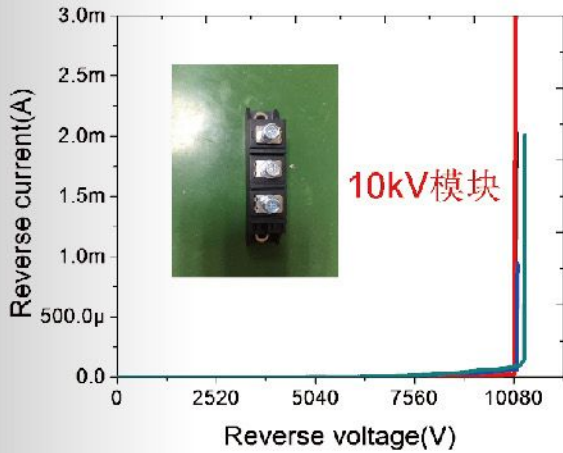
**IEEE Electron Device Letters Vol.37 , No.8, 2016**

#### Trench Multiple Floating Limiting Rings Termination for 4H-SiC High-Voltage Devices

Hao Yuan, Qingwen Song, Member, IEEE, Xiaoyan Tang, Member, IEEE, Lei Yuan, Shuai Yang, Guannan Tang, Yimen Zhang, Senior Member, IEEE, and Yuming Zhang, Senior Member, IEEE

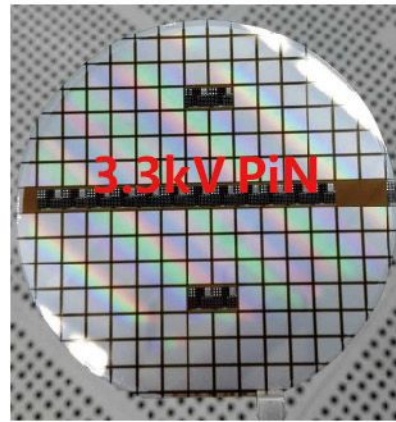
### 西电研究主要成果—碳化硅JBS系列器件 (1.2kV-5kV)

碳化硅10kV串联JBS器件模块 (堆)



1万伏/5A的功率模块

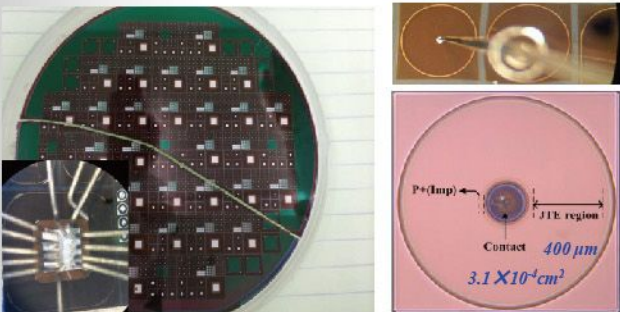
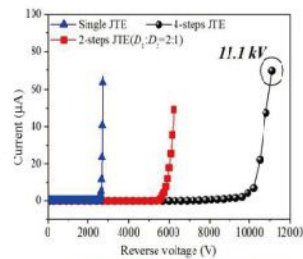
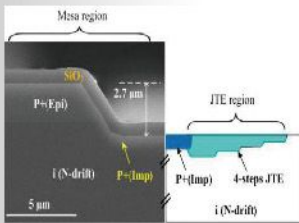
### 西电研究主要成果—碳化硅PiN系列器件 (3.3kV-10kV)



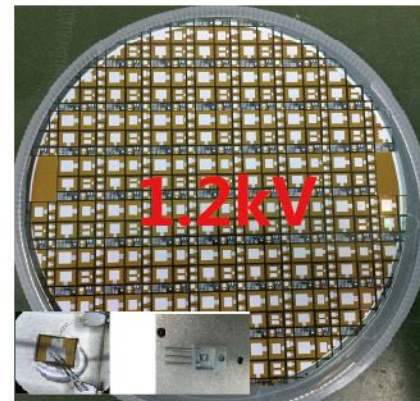
- ◆ 正向电流50A @ 6V ,
- ◆ 反向击穿电压3.6kV , 终端效率达到82%

### 西电研究主要成果—碳化硅PiN系列器件 (3.3kV-10kV)

10kV PiN



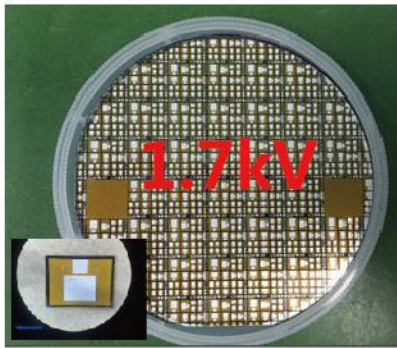
### 西电研究主要成果—碳化硅MOSFET系列器件



- ◆ 正向电流25A , Vth为5V
- ◆ 反向击穿电压1.2kV , 终端效率达到90%

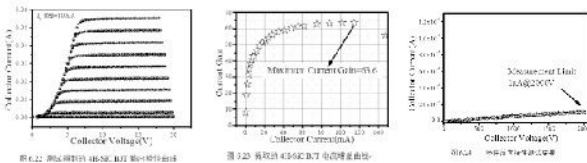
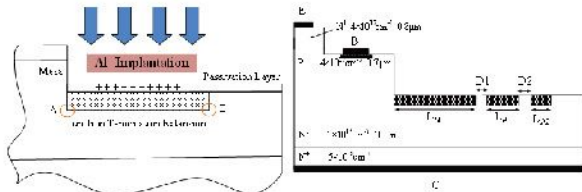
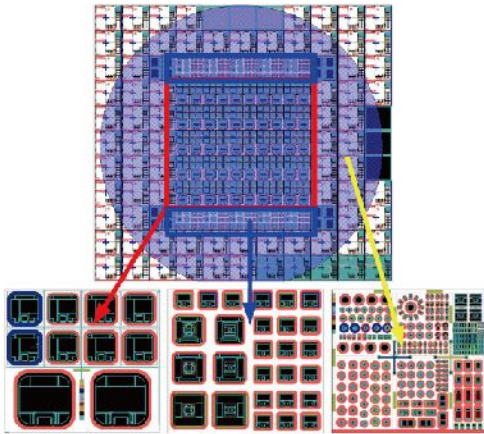
- ◆ SF<sub>6</sub>/O<sub>2</sub>/CHF<sub>3</sub>刻蚀形成friendly bevel-mesa
- ◆ 多层Al膜淀积形成台阶注入掩膜——multiple-steps JTE
- ◆ 侧壁处形成P+注入延伸区——mesa protection

### 西电研究主要成果—碳化硅MOSFET系列器件



- ◆ 正向电流20A，Vth为4V
- ◆ 反向击穿电压1.7kV，终端效率达到90%

### 西电研究主要成果—碳化硅BJT及达林顿管系列器件



- ◆ 增益63.6
- ◆ 反向击穿电压2kV，终端效率达到89%

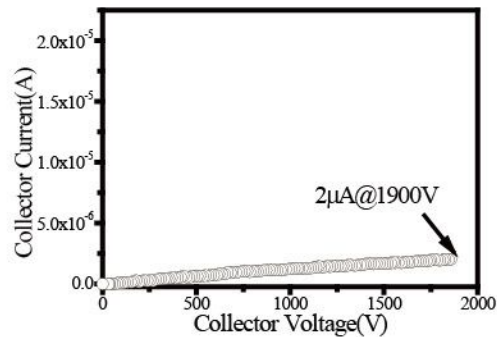
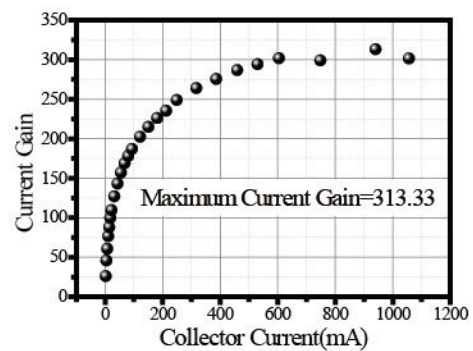
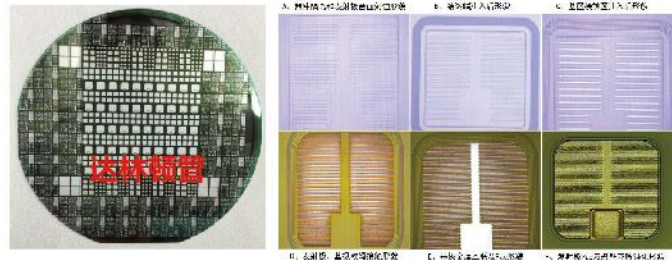
### 西电研究主要成果—碳化硅MOSFETs器件

成果研制的管芯产品，已达到国际先进水平

比较机构	工作电压段	输出电流	导通电阻	阈值电压
Cree Wolfspeed	1200V	30A@Vds=2.2V	75mΩ	2.5V
Rohm	1200V	30A@Vds=2.2V	80mΩ	2.7
意法半导体	1200V	30A@Vds=2.5V	80mΩ	3.5
西安电子科技大学	1200V	30A@Vds=2.2V	75mΩ	4

获得授权专利超过30项（碳化硅MOSFETs相关）

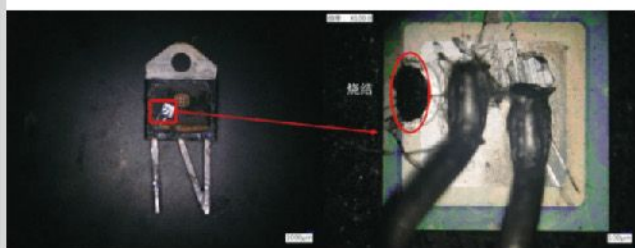
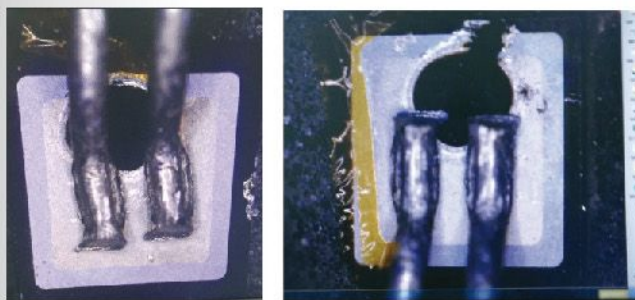
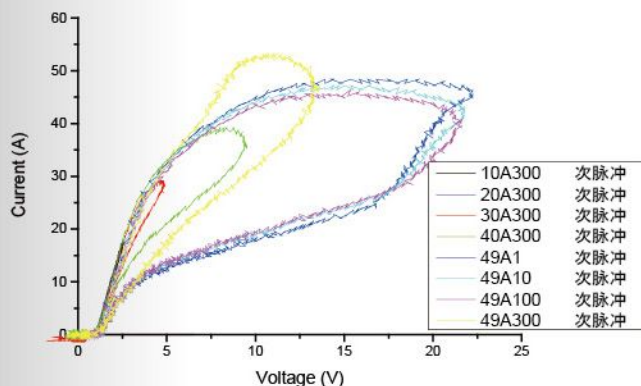
### 西电研究主要成果—碳化硅BJT及达林顿管系列器件



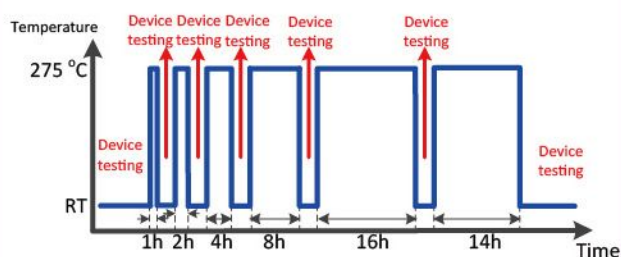


## 西电研究主要成果—碳化硅功率器件可靠性评估与分析

### 浪涌测试

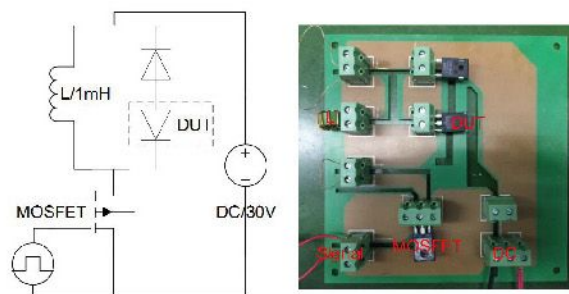


### 高温存储



当器件长期工作在雪崩状态时，体内载流子  
在高电场条件下将具有较高的能量，将造成  
器件性能退化。

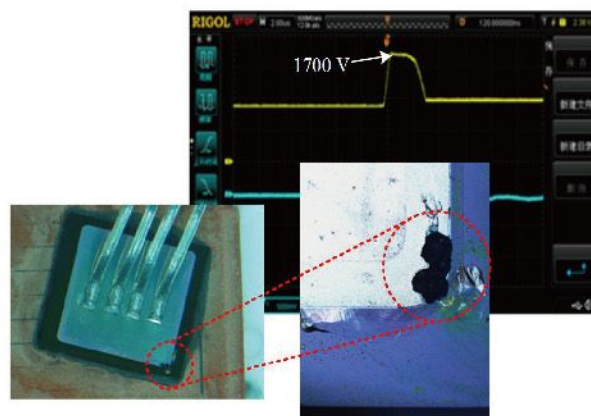
### 重复雪崩



## 西电研究主要成果—申请及授权专利情况



申请国家发明专利100余项  
目前获得授权专利82项



## 07 校友来稿



## 芯片后端设计工程师是否会被人工智能算法取代？

王焱龙 邱志雄 许舒六

王焱龙：博流智能科技公司，西电2010届硕士

邱志雄：西南交通大学信息科学与技术学院教师，西电2014届博士

许舒六：Cadence公司，西电2011届本科

数千百万年前，塞伯坦星球上的智慧生命五面怪制造了面向军用和民用生产线的两种机器人，这两种机器人即是汽车人和飞机人的祖先，他们拥有完整的机体且能够以自主意识运行五面怪设计的程序。1110万年前，机器人联合推翻了五面怪的统治，将其彻底赶出了塞伯坦星球。

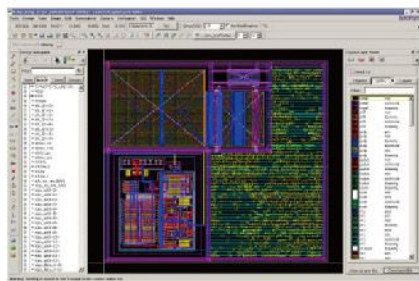


Google围棋算法对人类棋手对弈

这是《变形金刚》故事的起源，回顾Google围棋算法对人类棋手的碾压级表现，我们不禁要问芯片后端设计工程师是否会被人工智能算法取代？对于刚入行一两年的工程师，这是一个很普遍的问题，特别是随着AI技术在机器视觉、内容推荐等领域的飞速发展和大规模应用，信息产业中很多细分领域都对

自己的未来发展产生了疑惑。结合笔者的知识和从业经验，尝试从两方面回答一下这个问题。

## 1、后端工程师的职业发展（以后端Place&amp;Routing为例）



Place&amp;Routing示例

- 1) 刚进入行业的新人都从跑小的模块做起，在这个阶段会了解基本的后端流程，优化方法和流片标准。
- 2) 对于小的模块游刃有余后，可以开始做一些追求高性能、小面积、低功耗的模块，比如CPU、GPU、VPU。
- 3) 接下来做一些低功耗流程的单芯片，这样会熟悉一颗完整芯片所需

要的功耗分析，IRDROP分析，ESD规划等等。

- 4) 做大项目的TOP (>30M)，在这个阶段可以学习到模块划分，时序规划，bump routing，等大型项目当中才能遇到的问题。
- 5) 如果想更进一步，就在做大项目的同时去了解封装，了解测试，了解运营，有合适的机会，就可以晋升到项目经理，负责一颗芯片从前到后的实现，生产，测试。
- 6) 在成功运营几颗大型芯片以后，就可以选择进入一些初创公司成为研发总监，争取成功上市。

一般这就是比较顺利的职业发展路线，需要比较好的机遇和自己的努力，一般工程师停留在4) 的阶段就很难上去了。回到AI技术，我们可以看到，到了第四级，更重要的是对项目的把握和整个项目的管理，基本也就和AI不太搭边了。

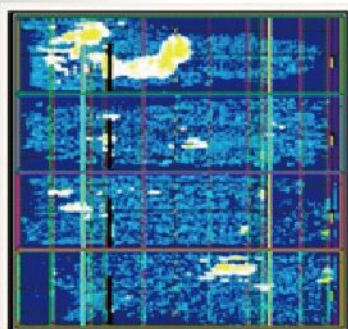
## 2、AI技术在后端算法中的应用



AI人工智能抽象图

在笔者看来，AI在2)当中的应用场景更为广阔。实际上在我们的后端流程中，由于计算能力的限制，我们做了很多的简化，比如一个典型的例子，是在做布局时我们不会做真正的布线，我们会做一种简化的布线（global routing），希望用它的结果来指导我们布局，因为真正的布线会花费十倍以上的的时间，对于我们是无法接受的。但既然使用了简化模型，简化模型和最终结果的一致性就非常的重要了，在先进工艺里面尤其困难。

在后端的物理实现中，一些复杂的步骤，比如说placement，则十分困难。要检查一致性是很容易的事情，而得到一个函数的最优解或者近似最优解则较为复杂，同时这个最优解的限制条件还很多，如面积最小、时序最好、功耗最低、可以绕线、符合工艺摆放要求等。再在比如说，布局阶段产生的Congestion往往会恶化时序Timing，并影响设计的Routability，同时导致布线时可能产生Short或Detour，那么如何选取合适的布局和布线才能减少congestion？

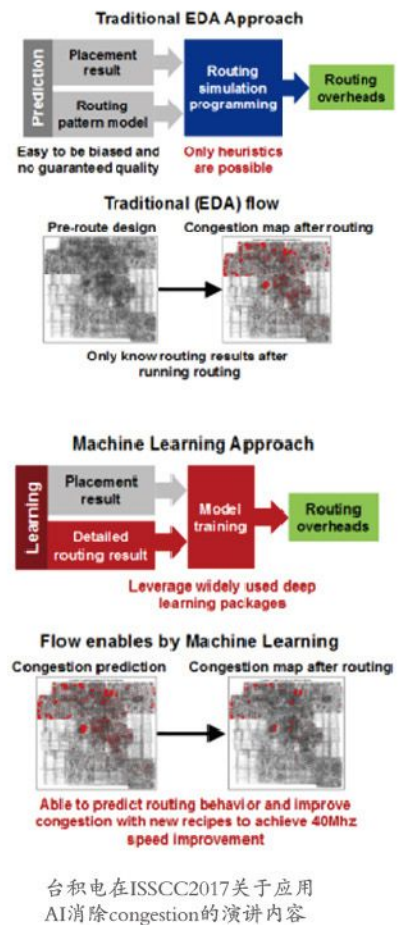


congestion示例

在机器学习算法引入之前，CAD领域通常都采用启发式算法对以上问题进行求解。启发式算法尝试基于随机选择，在可接受的代价（比如计算时间和空间）下给出待解决组合优化问题的可行解。常见的启发式算法包括禁忌搜索(Taboo Search)、模拟退火(Simulated Annealing)、遗传算法(Genetic Algorithm)、人工神经网络(Artificial Neural Networks)等。各种启发式算法在优化机制方面存在着一定的差异，但在优化流程上十分相似。这些算法本身都是邻域搜索(Local Search)结构，即算法都是从一个或者一组初始解出发，在关键参数的控制下通过邻域函数产生若干个邻域解，根据一定的接受准则(比如确定性、概率性或混沌方式)来更新当前状态，而后根据当前状态调整关键参数。重复上述搜索步骤直到满足算法的收敛准则，最终得到问题的优化结果。尤其是模拟退火算法，自从该算法被引入VLSI领域后，诞生了大量基于其的布局布线优化算法。

对于EDA工具的使用者——后端工程师而言，这些算法的优化效果往往就像玄学一样，很难选取合适的搜索步长，并且多次计算结果往往并不能得到同一个解，甚至有时候得到劣解。此外，让广大后端工程师苦不堪言的是，随着摩尔定律的推进，芯片中集成的晶体管数以亿计而且还在以指数级进行增长，由此导致数据的处理时间以小时为量级。

目前AI技术在机器视觉、自然语言处理、内容推荐等领域发展欣欣向荣，而在VLSI CAD领域还鲜有耳闻。2017年台积电在ISSCC和ISPD会议均做了基于机器学习的拥塞预测算法进展的口头报告，演讲内容显示该算法可在布局布线阶段将芯片速度提升40MHz。Cadence和Synopsys也多次在业界重要会议中展示了机器学习预测拥塞算法的最新进展。



晶圆厂和EDA公司天生具备引入AI的基因，大数据处理、智能优化算法等问题都需要有更优、更新的算法来替代。我们期待着AI能够造福广大工程师，也更希望运用AI技术，发现新问题，开创新的研究和技术领域。

## 08 人文哲学



## 大数据时代行为“可数据化”的人文关怀

李莹 朱锋刚

(西安电子科技大学人文学院, 陕西 西安)

### 一、 导言

近代以来,人类对于知识力量可以促成人类进步的信念非常深入人心。与之相伴生的技术在现实中充分展现出其解决问题的强大能力,改变着人类感知世界的方式与能力。知识领域的组织机制和生产方式也随之出现相应的改变。其中,数字技术的广泛使用改变了信息的存储形式的同时极大地影响着以往知识生产形态、思想传播方式和组织管理模式,甚至连思维方式也在悄然间发生改变。知识领域基本问题的根本性变革诱发整个社会生产方式嬗变,人类文明的面貌正在以新的面貌书写、呈现。大多数人对于数字技术所带来的这种改变及其背后所蕴含的机遇、挑战缺乏应有的理性审视。2012年,被誉为大数据系统研究先河之作的《大数据时代》一书问世,作者舍恩伯格也因此而被誉为“大数据时代的预言家”。大数据一词随后如雨后春笋般在各个领域涌现,大有“言必称大数据”的景象。虽然人们对于数字技术和信息数据化对信息世界所造成的改变究竟有多大未必有清晰地认识,但这一盛况至少反映出人们在现实中已开始认识、面对大数据对于人类现实生活的影响。人们在谈论人类行为模式时,“大数据”一词闪现的频率越来越高,这从侧面说明了它已渗透到生活的各个方面。理性时代的个体在面对一切皆可数据化的知识世界与效果“量化

考核”标准下,行为往往会显得缺乏理智。除了心气浮躁、急功近利等个体的主观因素外,现时代的人们尚未就当前大数据下正在展开的问题缺乏较精确的判断和解决问题的智慧也是关键因素。

鉴于数字化技术大大提高了知识信息的存储、搜索、利用功能,因此学术资源数字化成为推进当前学术研究领域的重要举措。如古籍数字化、各类文献数据库建设等都见证了这一点。这大大拓展了人们在学术研究中接触文献的范围与可能,使得人们能更加广泛地了解相关领域的文献材料与研究进展。但人们在享受到数字化技术为学术研究带来便捷性改变的同时也深刻感到不适。文献材料呈现几何级增长速度,以往的阅读习惯、研究分析方法立刻显示出了不足。人们越来越希望通过掌握更多的文献材料以求获得最合理的研究结果,文献总量的过于庞大使得人们的期许掺杂进了困惑,如何有效甄别材料直接将人们带入了另一种困境。为了解决大数据困境,技术的引入也就势在必行。云计算则是基于这种数据状况而应运而生。至于它如何应用于纯粹的人文学科领域的学术研究尚属未知、进行中,但技术力量的嵌入性越来越大确实不争事实。以往主导性的学术生产方式需要进行调适,尤其是其固有的权威性受到了极大挑战。

海量数据使得现代学术研究所需处理的

文献材料越来越容易涉及学科交叉和文献取样有限等问题。基于大数据的分析法在处理此类问题方面确实有其优势,这就为新研究方式的生存空间及其权威树立提供了现实可能。人们立足于新的研究范式会对问题的探究呈现出不同的面貌。然而基于大数据的研究方式在何种意义或何种范围内取代以往的研究方法,或者说以往的研究方法如何保证其有效性,这给很多学术研究者带来很大研究方法上的困惑。其中量化原则与定量分析已成为佐证自身结果合理性的标识,这一方法论倾向作为各类问题研究的指导原则潜移默化中渗透到人们对于问题的分析、解释和把握之中,并依此来确定、衡量其相应的意义。尤其是当大数据下提出“全量原则”来取代“抽样调查”后,这更放大了“量化原则”来解决问题与解释现象时的合理性。暂且不论“全量原则”在技术上如何实现,但随着人的行为在大数据的光照下似乎得到了前所未有的精准预测并依此提供“私人订制”的服务,面对如此强大的力量,理论分析、调查法、相关法或实验法等科学性在大数据面前显得相形见绌。

因为其数据来源于人们在网上社交、购物等行为,人们的踪迹在这种记录下无从可逃。所谓预测精准正是基于如此方式留下的海量数据并通过云计算技术、数理统计等方式而得出的。预测越精准,人们的行为似乎

总有一只无形的眼睛在默默地关注、甚至监视着你的活动，哪怕它不会对你做出任何实质性地干涉，但这种关注本身改变着人们的感受。无形地关注会影响到事物的状态，这有点像量子力学中“不确定性原理”所描述的情景。虽然大数据的预测方法限于各种原因尚未达到出神入化的境界，但这种对结果“未卜先知”已经令人震撼。人在享受便捷的时候感受到“不自在”，因为“自由”权利的优先性从根本上受到了挑战。人类以解决人们生活便利的方式改进人类的生存境况，却以别样的形式使人的主体性遭遇危机。

## 二、人文世界中的数据维度

随着大数据的兴起，“数据”印迹已经越来越深地嵌入到现代社会的各个方面。虽然数据分析能力尚未跟上数量激增的步伐，但挖掘海量数据背后所蕴含的价值已成为许多领域寻求突破的关注点。如何有效挖掘数据成为将“数据”转变为“大数据”的关键。就是说，数据大并不意味着“大数据”，对海量数据进行有效分析、处理和应用是成为“大数据”的必要条件。与之相应，“数据挖掘被认为是一种专门的数据分析方式，与传统的数据分析（统计分析、联机分析处理）方法的本质区别是前者在没有明确假设的前提下去挖掘知识、所得到的信息具有未知、有效和实用三个特征，并且数据挖掘的任务往往是预测性的而非传统的描述性任务。”梳理相关文献数据以达到对以往发生的事情进行描述，这是传统数据分析的思路，其目标是通过数据来佐证实现的。虽然也存在对于经验的反思，但人们很难实现预测目标。从某种意义上讲，历史学正是传统数据分析的代表。随着一切皆可数据化趋势的实现以及信息存储成本的大大降低，人们对数据的分析方法也因此出现根本性的改变。数据规模空前增大，大量非结构化数据的涌现，这些问题是传统的数据分析方法难以解决的，也对以历史学为代表的学科提出新的考验。数据新特征的出现源于新技术的现实支撑，其相应问题的解决也有赖于数据分析技术方面的突破。“近年来，以数据为研究对象的电子科学、信息科学、语义网络、数据组织与管理、数据分析、数据挖掘

和数据可视化等手段，可以有效地提取隐藏在数据中有价值的信息，并且将数据利用率提高到传统方法所不能及的高度，是提炼科学原理、验证科学假设、服务科学探索的新思路。现在，研究这种综合性方法的学科被称为“数据科学”。”数据科学从技术层面来研究这种新现象，为其他学科提供数据分析方面的技术支持。非结构化数据的分析得以可能，因此现代的数据挖掘能够通过分析大量数据而做出精准预测。“数据科学是大数据时代应运而生的一门新学科。围绕数据处理各学科方向都开始遇到前所未有的挑战。……如何有效地获取数据、有效地处理数据获取的不确定性、对原始数据进行清理、分析，进而高效地完成数据存储和访问，达到去重、去粗取精的目的，是急需解决的问题。”这对于依靠数据进行推论分析的诸学科而言意味着一场颠覆性革命的爆发。

商业领域如亚马逊、阿里巴巴等以深谙这种革命背后所潜藏的巨大能力。它们通过分析海量数据了解客户的需求以便提供更富有针对性的服务，从而为自身的生存发展谋得空间。掌握大量数据+具备相应分析能力，这意味着它们已经主动适应了现代社会中的数据化要求，为其他领域审视数据之于生存发展的关系提供了启示。商业领域的行为主体依据对大量数据进行分析作为决策依据，这种行为范式提升了其盈利能力并拓展了生存空间。这一范式直接影响其他领域关于自身发展道路的思考，将“数据”作为必要维度纳入其思考对象也就变得势在必行。数据搜集与相应分析能力的获得是制约人们能否真正跨入大数据应用的关键因素，也是衡量数据维度是否已成为支持其发展的标志。2009年1月，奥巴马在上任第一天签署了5个重要文件，其中《透明和开放的政府》和《信息自由法》最为重要。2015年7月，《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》出台，这些都标志着“数据维度”已经正式被纳入到政府现代治理的视域中加以关注、落实。商业与公共领域的“数据化”努力是对数据之于现代社会重要性的回应，这势必会全范围地影响整个社会信息生态。其他领域都已着眼于与自身相关的相关数据库的建设与应用，学术研究领域

也不例外。

“如何收集、管理和分析数据正在日渐成为我们网络信息技术研究的重中之重。以机器学习、数据挖掘为基础的高级数据分析技术，将促进从数据到知识的转化、从知识到行动的跨越。”即便是纯粹的人文学科如历史、哲学也不例外。数据勾勒研究对象作用的变化，这既影响到知识的生产方式，也使得知识与行动之间的关系出现改变。随着文献、研究材料大量涌现与信息可数据化趋势的出现密切相关。数据量之多已经超出了传统意义上文献处理方法的能力。面对大数据下的信息状况，如何挖掘、分析信息数据的技术是当前具体计算科学领域发展的新趋势（如信息可视化、可视分析研究和应用等），人文学科的相关学术研究也遭遇着数据搜集及如何有效分析的问题。数据库建设只是现时代处理信息问题的一项基本举措而已。数据库建设对于人文学科愈益重要，数据、文献等信息加工方式的改变使得人文学科的建构知识流程与难易程度也出现重大改变。这种改变促使人文学科必须充分借鉴、吸收数据科学领域在获取、分析数据方面的成果以更好地推进学术问题视域中相关材料的把握能力。丰富的信息量似乎大大减低了人文学科存储资料的承办，但造成了相关从业者要花费大量精力用来搜索、整理有效信息。同样的主体面对信息加工方式改变后所出现的“一切皆数据化”的趋势，他在研究过程中的注意力分配需要做出重大调整，才能适应这种变化，以提高自身研究工作的有效性。鉴于此，如何在人脑之外保存待处理信息、从人的感知系统中某些认知行为尝试着由机器所取代就成为计算科学所致力于实现的任务与目标。数据可视化正是计算科学领域解决如何提升人们信息处理能力的方向，此类研究成果会以某种方式影响到生活的方方面面。在人的感知系统中，许多原本由人脑处理的任务交由机器来解决。因此研究者如何根据机器处理后的结果来观察、总结数据以寻求其背后所蕴含的真相，从而形成相应的观点与见解，陈述事实、预测未来。一切数据化的实现使得信息记录方式彻底改变，这使得知识传播与接收的方式也变得不同。人文学科在享受计算科学减负后所带来的轻松后，也感受到不安。既然知识的

建构是奠基于人们如何有效获取、整理和分析信息的基础上而实现的。面对深度学习等能力越来越强大的机器，以研究人的行为为对象的人文学科该如何调试自己的角色与功能也成为相关主体需要思考和面对的问题。

### 三、计算能力之于经验重构与功能的转变

“在科学研究领域，传统的科学探究模式正在遭受来自大数据的强烈冲击。……海量科学数据的产生将科学研究推进到一个新的模式，数据在科学探索中开始发挥着越来越大的作用。”随着数据所扮演的角色越来越重要，主体以往处理信息与知识的经验必须做出重大调整，原本主体所承担的任务与发挥功能的很多领域逐渐让渡于机器。如数据存储等基础性工作大多可以通过机器完成。人文学科的研究有赖于计算能力、感知、认知和创新能力。其中，对于计算能力的要求显得尤为突出，这一新特征的出现很大程度上是源于数据的易存储性和可转化性。人们有意或无意的行为积累了大量信息，人们获取或分析大量数据信息的能力直接影响到人们对于事情如何做出判断与反应，人的感知和认知能力在这样的过程中形成。人们通过源源不断地接受、提取、转化、加工信息，并最终形成知识。人们学习、研究过程中相应的能力所出现的这种改变正是源于大数据的兴起，生产知识、创造价值和凝练智慧方式也变得不同。法国哲学家拉蒙特利“人是机器”的说法虽然不尽合理，但这一说法至少从某个侧面说明了机器在改变人类感知世界经验的作用。主体功能的改变也会随之调整其生存经验。其实，随着近代实验科学的兴起，“科学技术”以工具形式在人类认知、改造世界的过程中呈现出惊人的能力。人的主体地位在技术扩展地盘的进程中得到充分的彰显。其中，技术改变了主体与世界互动生成的关系模式。这注定会使人们在现实生活中酝酿、总结新经验，并伴随着主体功能的转变。

人类历史上几次关键性的技术突破都促成了人类的信息革命，而人类的生存活动又都与如何生产、储存、传播信息的方式密切相关。技术正是以优化社会结构中的某个要素为突破点来塑造整个社会面貌。经验是基

于对以往生存方式的习得与总结，人类在不断优化生产方式的过程中调整自身生存经验的内容，反省主体能做什么。回顾整个人类信息历史的几次革命可以总结出其中蕴含的共同性。“语言——信息表现和交流手段革命，促进了人脑发展；文字——信息流动突破了时空限制；造纸术和印刷术——信息获得成本大幅降低；无线电和电话——由纸媒传播转化为电传播，内容突破了文字形式；微电子和现代通信技术——开始获得和使用全面、完整、系统的数据，向智能化迈出重要一步。”寻求技术突破以期改进人们获取信息的成本，以及提升知识转化为行动的能力。这势必会影响到根据以往社会生产要素所整合而成的习惯及与之相应的经验效率。虽然智能化和大数据是现代人们获取信息与转化知识时的重要特征，但主体经验的不同调试及其功能的改变从古至今一直在进行中，从未停止过。科学技术在近代以来展现人的理性能力的过程中表现出强大的力量，“精确化”成为衡量认知模式有效性的重要参照。以人为研究主体的人文学科在很长一段时间内也在致力于实现“科学化”。这种比照反映了主体在确证自身过程中认知模式的调整。暂且不论这一努力方向的合理性与有效性如何，也不管人们基于何种理念致力于实现科学化，至少在以智能化与大数据为标识的时代，人文学科的研究与人文关怀的实现都有赖于科学技术提供现实支撑。

智能终端与信息皆可数据化的趋势，信息存储与获取环节得到极大的提升，这使得人们在做出相关判断时所需处理的数据量越来越大、数据内容、数据关系越来越庞杂。某种意义上，知识正是处理信息的能力与过程。人们依据知识来获取有启示性的智慧。“数据科学”从技术层面改变着人们表现主体功能的领域与范围、塑造着人们感知世界的新习惯。信息领域出现的这一新现象是人类致力于提升主体地位、增强认知世界的功能所致。人类整体上的认知功能增强了，然而对于绝大多数人而言，个体与世界的互动生成模式改变了。这种变化程度越大对人的行为习惯、思维方式所构成的挑战越大，日常生活如此，学术研究领域也不能免。

以往的经验知识与研究方法会受到制约。计算能力的要求反映在学术研究领域就是人

们需要学会新的分析、运用文献材料的能力。唯有如此，学术研究才能适应、借鉴、应用知识生产的新模式所带来的改变来拓展创新的空间与可能，从而获得更佳的洞见与智慧。如何管理数据和确保数据质量成为人文学科研究不得不面对的问题。历史学通过甄别文献材料真伪等方式来完成其知识构筑，这从某种意义上讲正是传统管理数据的方式。随着信息文献共享、可复制性、易传播等特征出现，面对文献材料流传过程中出现的新情况，传统构筑知识的方式呈现一定的局限性。为了应对这种新情况，数据库建设等措施已成为现代学术研究的普遍共识。因为诸如数据库建设、检索系统的不断完备降低了人们处理、搜索信息时的难度，节省了研究者精力，使得研究者有时间来关注新情况之于世界所带来的改变及其所蕴含的创新可能。

除了数据库建设外，人文学科的研究也如同技术领域的研究进展一样需要不断地推进数据分析的能力，在诸人文学科中，这种能力对注重文献的历史学研究而言尤为重要。面对大数据，人们可以在处理分析数据的过程中充分发挥以往的研究模式与个性化、学术性的经验优势，以创造出不同于以往的认知对象的方式。这将大大拓展人们对于数据材料的应用水平，为人们创新提供了更多的可能。

面对浩如烟海的数据，如何提升信息提取的效率，从而帮助人们降低数据复杂化所带来的困境，缩短人们理解信息的环节，计算科学已从技术方面予以推进。这既是对传统认知、分析数据方法功能上的修正、补充与突破，也为人文学科审视固有研究方法提供了现实支撑，不管你喜欢与否，日常生活、学术研究都有赖于技术支撑以提高分析信息、生产知识的效率，节省的闲暇时间供人们孕育、思考智慧。对于大多数人而言包括人文学科研究者在内，他们在数据搜集、分析处理过程中是旁观者，但使用技术所提供的现成结果。目前人类获取数据的能力大大超出了分析数据的能力，计算科学之于有效搜索的获得至关重要。这些结果呈现在人的面前，需要依据直觉和已有的知识做出判断。机器智能接手了大数据下的许多“人”所承担的工作，然而我们能否对人机之间

“任务交接”背后所蕴含的意蕴做出睿智的判断呢？大数据下的人文关怀显然并不是直接以此表现，而是以别样的方式体现。

#### 四、搜索与定位

“喂，你在哪里呀？”

“我在这里呀。”

这段对话反映了人与人之间询问与关切的情绪表达，是熟人表达关心的常见问候语。这种问候虽然大多数时候不会对对方造成实质性影响，但却能使彼此感受到牵挂与关怀。“父母在，不远游，游必有方。”《论语·里仁》这句话涉及“孝”的问题，但通俗点来讲，也可以从“搜索”与“定位”的关系来理解。因为父母与子女之间的自然亲情使得彼此时刻惦念着对方人在何处。“音讯皆无”势必会让思念加倍、牵挂更甚。因此在信息传播极不发达的时代，临行前告诉对方自己身往何方，这是一种“定位”方式，也为确保“搜索”结果提供线索。人与人之间表达关怀如何突破空间限制、实现互动沟通，或许是人类致力于不断提高信息传播效率的一个动力因素。当然，搜索与定位从来没有仅局限于亲情之间彼此表达关怀，这两者也一直贯穿于社会各个角落。

“搜索”意味着寻找想要的对象，“定位”意味着确定对象。搜索成为可能首先意味着“关注”。何种对象会被人们首选关注呢？虽然百无聊赖的“八卦式”打探是“关注”的重要表现形式，但喜欢与影响力是会持久吸引人们关注的主要动力。这两类表现关注的形式一直存在。在电力尚未成为社会生活的主要动力时，“八卦式”的关注所触及的对象大多数只局限于周边的熟人以及由熟人间接传递信息中所获得的。喜欢则会将人们的关注引导到某个领域，予以较常人更深入细致的关注。影响力则会改变信息格局中的地位，使得人们因为其重要而有意、无意地予以更多关注。其中社会公众人物往往是这样的对象。大多数普通人因为缺少影响力而往往不会被人关注。除了亲友与熟人外，只有他身上发生引起“八卦”的事情，才有世人才会对他做出更多的关注。一个人可以心系天下，但真正关注自身的只有熟人世界，除非他以某种机缘成为公众人物，关

注才会突破熟人的边界。思想、权力、财富构成了“机缘”主导型要素，对大多数人而言，此类机缘只能是偶然的。普通人没有数据或文献在离开当下情景而供世人加以关注，尤其在传统社会受人“关注”似乎是帝王将相的特权。因为关注与信息构成机制直接相关，普通人所传递的信息除了极个别以私人日志的形式留存外，大多数信息不易保存，无法真正引起普遍性的关注。“搜索”无从开展，“定位”更是谈不上。

信息储存、传播技术的变革使得原本的想象图景变成现实境遇，普通人的日常行为会以数据的方式记录下来。互联网时代，个人每天在网络上的活动都会以数据的形式被记录下来，产生了海量的行为数据。这些数据详细描述了人的行为踪迹。我们可以从这些海量数据中利用相关认知模型来推进对自身行为的认知。由数据缺乏到数据海量，这使得人们关注重点和关注方式发生转变。以前，大多数人的行为因信息匮乏、无迹可考而湮没无闻；现代，大多数人的行为又因数据过于浩瀚而难以筛选出有价值的信息而难以引起关注。随着数据科学在统计、分析和提取信息方面的突破，面对海量数据，若想关注人的行为，首先需要搜索相关数据。人利用机器进行数据搜索，这是利用、理解数据的过程同时也产生着新数据。没有机器帮助搜索，关注将会因湮没于数据海洋而迷途。

既然每一次网页点击与访问都会生成相应数据，都可成为被分析的目标。虽然数据多元复杂甚至杂乱无章，但他们都与个人行为紧密相关，蕴含着人的生存模式，尤其是随着智能终端的广泛使用，行为数据化的趋势越来越高，可记录的范围与内容越来越广。数据采集、储存、使用等环节存在着错误与不确定性。随着数据分析能力的提升，人可以通过分析大量数据勾勒出人的行为轨迹。这是现代定位方式，智能终端的出现使得空间意义上“你在哪里”的问题更易解决；而“我在这里呀”的答案变得甚至不需要回答。因为当人的行为皆转化为可供分析的“数据”后，这些数据生成的同时其实就是在进行“定位”。面对如此“定位”，“搜索”似乎变得多余，“关注”如影随形。然而这种持续性地关注并没有使人感受

到推崇备至的尊重或关怀，而是陷入不安。因为“关注”的内涵悄然间已由“关切”孕育出“监视”的种子。随着“云计算”等逐渐成为现代社会经济、社会活动的基础设施，它“将为用户像用水、用电一样，便捷、低成本地使用计算资源打开方便之门。”这为有效搜索提供了技术支撑。搜索越来越有效，定位越来越准，这一变化意味着什么？人的个性化需求或潜意识中的动机成为广泛挖掘对象。大数据时代下商业领域的敏锐者已经捕捉到这一变化所带来的机会，通过挖掘、满足个体需求来为公司发展赢得生存空间与机遇。阿里巴巴、亚马逊等无疑在这一进程中践行、示范、领跑。它们之所以能如此成功有效，很大程度上取决于掌握了海量数据，数据越多越有利于精准预测、把握行为的动机与预期以做出明智决策。大数据正成为呈现、理解人的生存境况的关键性资源。精准搜索需求，准确定位决策，这成为大数据下公司节约成本、赢取机会的两大法宝。客户需求在商家定制化策略实施过程中得到了满足。我们不去讨论商业领域带给人们的这种定制化满足在何种意义上的人文关怀，商业模式的这种转变源于以“客户”为中心而展开。客户主体性的优先性使得它的地位在这种关系模式下难以撼动，个体获得了前所未有的关注。

这种关注在商业领域是以需求挖掘与利益驱使为动力的。追求发展的本性促使人寻求不断突破与新的可能。大数据正是在详细记录行为的过程中生成，并根据这些数据对未来做出尽可能准确的预测。为了提供更精细化的服务，需求的确定性与未来的可预测性成为努力追求的目标。与之相伴，监视范围扩大与自由选择余地缩小。人在享受便利的时候，人文关怀似乎在悄然隐没。因为当人变成可计算的存在物时，人的本性以何种方式延续呢？

当人需要在大数据中搜索、定位来确证自我，行为可数据化成为现实之时，数据为人掀起“便利”之门时也开启了监视那扇窗。自由与便利是人性自我实现中的永恒维度，当其现实状况因大数据而改变时，如何关怀人类命运没有那么明晰，人们需要重新审思。

西安电子科技大学微电子行业校友会芜湖年会参会嘉宾合影留念



联系我们：

秘书处地址：西安电子科技大学微电子学院东大楼

微信公众号：XDMEAA

电话：029-88202505-605

邮箱：xdumeaa@xidian.edu.cn



西电微电子行业校友会微信公众号

XDMEAA