

科研成果及后续工作 规划汇报



汇报人：汪西虎



电子工程学院





CONTENT

- 1 个人情况简介
- 2 科研成果介绍
- 3 授课技能
- 4 来校后工作规划

第一部分

个人情况介绍





教育经历



1

1995~1999

西安交通大学——电子工程——学士学位

2

1999~2002

西安微电子技术研究所——微电子学——硕士学位

3

2004~2009

西安微电子技术研究所——计算机系统结构——博士学位



工作经历

1 2000~2001

中兴微电子有限公司——硕士课题研究——通信专用SoC芯片电路设计及验证

2 2002~2004

西安微电子技术研究所——第十研究室——工程师——全定制数字、模拟IC设计

3 2009~2011

西安微电子技术研究所——计算机研发部——高级工程师——模拟与混合信号IC设计

4 2011~至今

西安微电子技术研究所——IC事业部——定制电路中心副主任、主任，副总工程师，研究员——模拟与混合信号IC、CMOS图像传感器（CMOS Image Sensor）设计，负责民品、军品、宇航级IC产品研发



工作期间获得的荣誉

1

2009~至今

多次获得所级“技术标兵”、“研发先进个人”、“双文明职工”等荣誉称号

2

2012年

作为专业组长，模拟电路专业组获所级“金牌班组”称号

3

2015年

作为课题负责人，“8000x8000可见光传感器件”课题获所级“技术创新优秀项目团队”一等奖





课题研究

1

“十二五”、“十三五”核高基项目负责人

- 项目总经费7900万元
- “十二五”课题方案、初样、正样、验收皆一次通过
- “十三五”课题顺利通过方案评审，进入实施阶段

2

参与“十一五”核高基、总装型谱、总装预研、所自立项目10项

- 课题负责人4项、主要完成人6项
- 课题总经费13163万元，课题研制的军品及宇航级产品已应用于重大型号，直接经济效益超过5000万元
- 负责研发的民品产品，销售量超300万只



课题研究

课题清单

序号	课题名称	项目来源	起止时间	经费
1	背照式高性能CMOS图像传感器	十三五核高基	2017-05~2019-12	4500
2	8000×8000可见光传感器件	十二五核高基	2013.01~2016.12	3430
3	FlexRay总线控制器及收发器产品	总装型谱	2016.08~2018.12	1413
4	CAN总线收发器	民品	2015.05~2015.11	90
5	变频转换专用电路	民品	2016.04~2016.09	60
6	电机驱动电路L293、L298	民品	2016.04~2016.07	90
7	低功耗通用定时电路	民品	2016.06~2016.09	90
8	抗辐射工艺平台	十一五核高基	2009~2014.12	9100
9	辐射加固型16路多功能收发器	所自立	2012.9~2014.12	200
10	单片集成跨导放大器与线性稳压电源	所自立	2013.08~2014.04	120
11	1553总线产品	十一五核高基	2011.04~2013.12	2000
12	高速高精度模拟集成电路抗辐射加固及验证技术研究	总装预研	2012.03~2015.11	150



技术创新情况

1 作为第一发明人，获国家发明专利6项

第一发明人专利清单

序号	专利名称	专利号
1	自定时SRAM访问控制电路	200710307705.8
2	一种运算放大器相位反转和过流抑制电路	200710018427.4
3	温度监测电路	200710018430.6
4	一种用于线性稳压器的电压缓冲电路	200710018428.9
5	一种用于线性稳压器的折返限流电路	200710018429.3
6	有源电感并联峰化结构	200910021562.3



技术创新情况

2 作为联合发明人，获国家发明专利17项

联合申报专利清单

序号	专利名称	专利号
1	一种快速响应的锁相环	200910218993. 9
2	一种混合电压输出电路	200910021353. 9
3	一种斜率受控的驱动器	201010572934. 4
4	一种线性补偿的RC充电结构	201010572934. 4
5	一种动态偏置施密特触发器电路	200910021068. 7
6	一种抗单粒子瞬态的锁相环	201210461650. 7
7	标准单元时序数据测试方法	201110154869. 8
8	一种数字可控的感性负载驱动电路	201310304003. 4
9	一种用于CIS的模数转换器	201310539439. 1
10	CIS混合复位控制电路及实现方法	201310639424. 8



技术创新情况

联合申报专利清单（续）

序号	专利名称	专利号
11	高速高输出幅值的驱动电路	201310656996. 7
12	一种CIS暗电流补偿装置及补偿方法	201310048052. 1
13	一种CIS中像元输出非线性响应的校正装置及方法	201310047478. 5
14	一种用于超大面阵CIS的多功能序列时序控制电路	201510188859. 4
15	一种用于超大面阵拼接CIS的复用型像元控制电路	201510188891. 2
16	一种多模式控制可配置型互补片上负压电荷泵电路	201510278355. 3
11	高速高输出幅值的驱动电路	201310656996. 7
12	一种CIS暗电流补偿装置及补偿方法	201310048052. 1
13	一种CIS中像元输出非线性响应的校正装置及方法	201310047478. 5
14	一种用于超大面阵CIS的多功能序列时序控制电路	201510188859. 4
15	一种用于超大面阵拼接CIS的复用型像元控制电路	201510188891. 2
16	一种多模式控制可配置型互补片上负压电荷泵电路	201510278355. 3
17	一种超大面阵CIS的全局复位释放控制技术	201510187730. 1



技术创新情况

3 作为联合申请人，获集成电路设计布图专有权6项

联合申报集成电路设计布图专有权清单

序号	专利名称	专利号
1	一种抗辐射可配置频率锁相环	BS135012570
2	一种抗辐射固定频率锁相环	BS135012597
3	一种抗辐射多功能收发器电路版图	BS145500845
4	一种高速高精度轨对轨辐射加固型模拟IO	BS155504770
5	一种可配置电压的高可靠抗辐射互补片上电 荷泵版图布局	BS155504231
6	高可靠抗辐射可配置型LD0版图布局	BS155504223

航天应用高端CMOS图像传感器（CMOS Image Sensor）研制

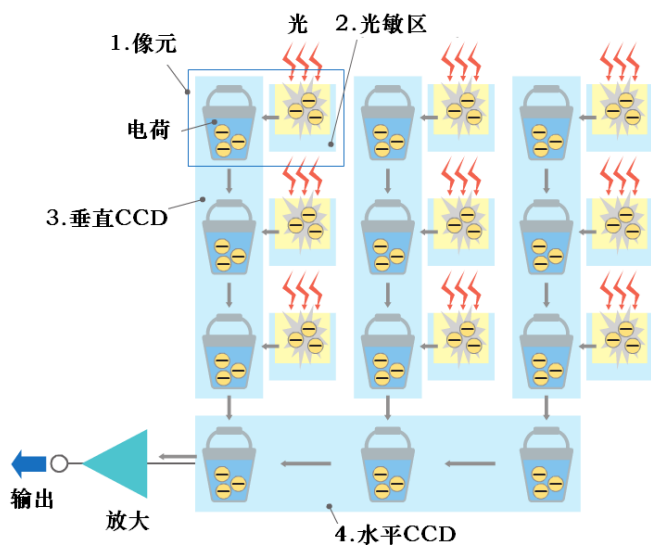
- 1 CIS在航天领域的应用
- 2 CIS产品研制情况
- 3 CIS产品的应用情况
- 4 “十三五”CIS研制拟解决的重大问题



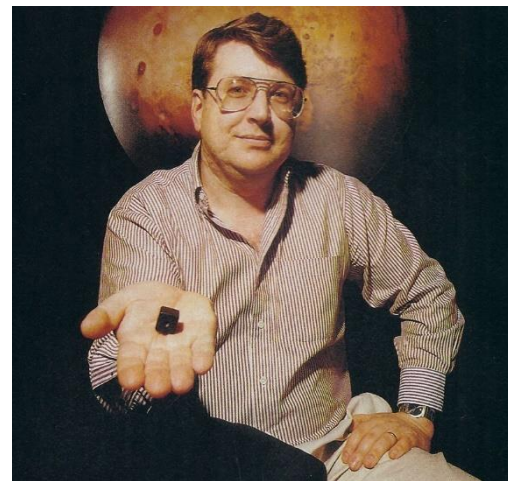
CIS在航天领域的应用



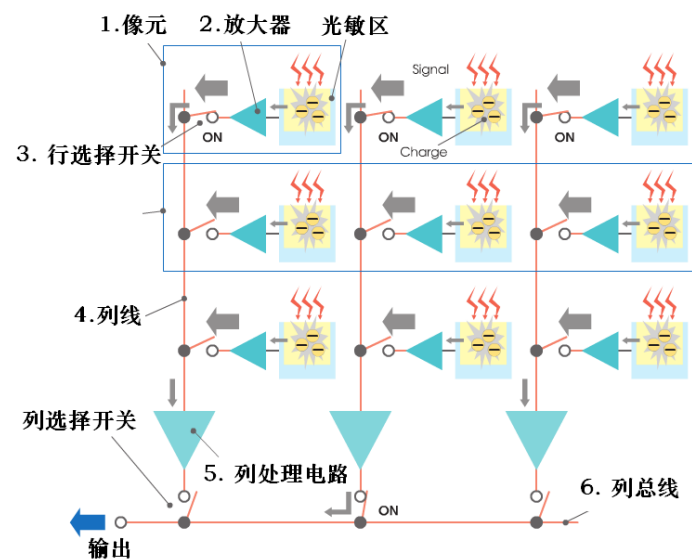
Willard Boyle and George Smith invented CCDs in 1969



CCD



Eric Fossum invented the CMOS APS in 1994



CMOS Image Sensor

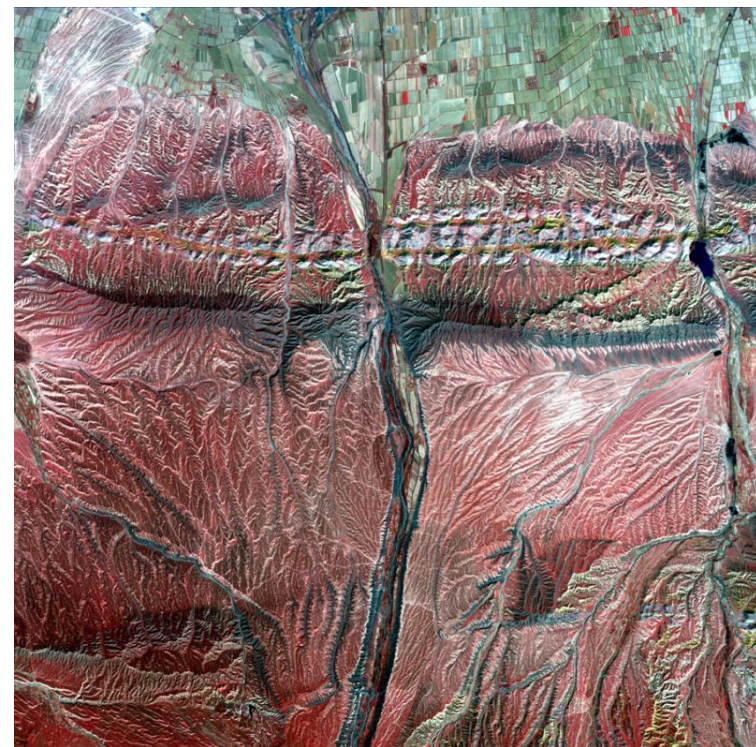
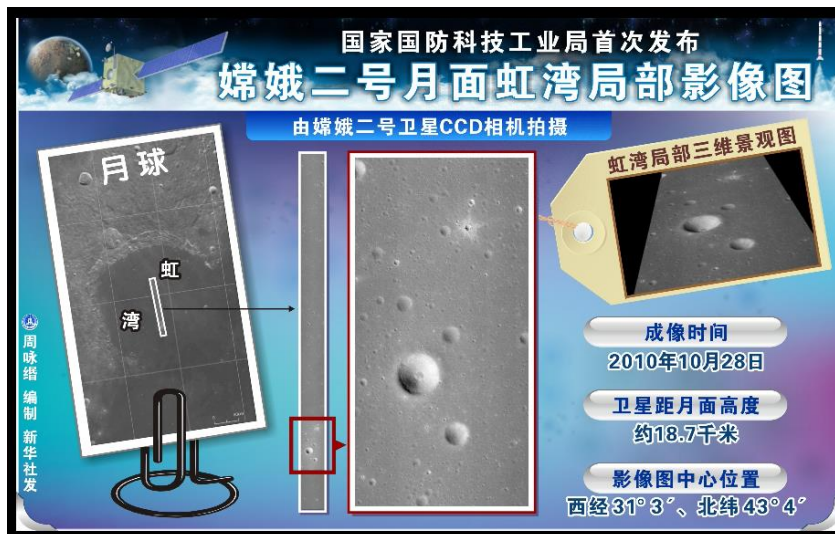
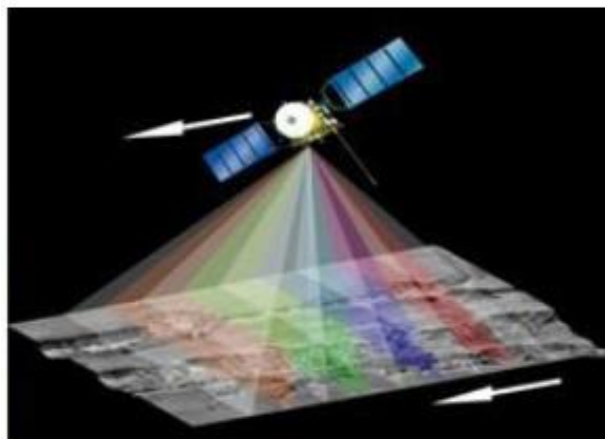


CIS在航天领域的应用

1

对地观测与空间遥感

高分二号卫星北京西直门融合影像





CIS在航天领域的应用

2

天文观测



哈勃望远镜



旋涡星系M61中央区域



CIS在航天领域的应用

3

姿态控制与导航



太阳/星敏感器

4

空间通信



信标光探测器



CIS产品研制情况

1 航天应用对CIS器件提出了更高要求：

- 低噪声、高灵敏度、高动态范围
- 超大面阵
- 抗辐射、高可靠性、长寿命

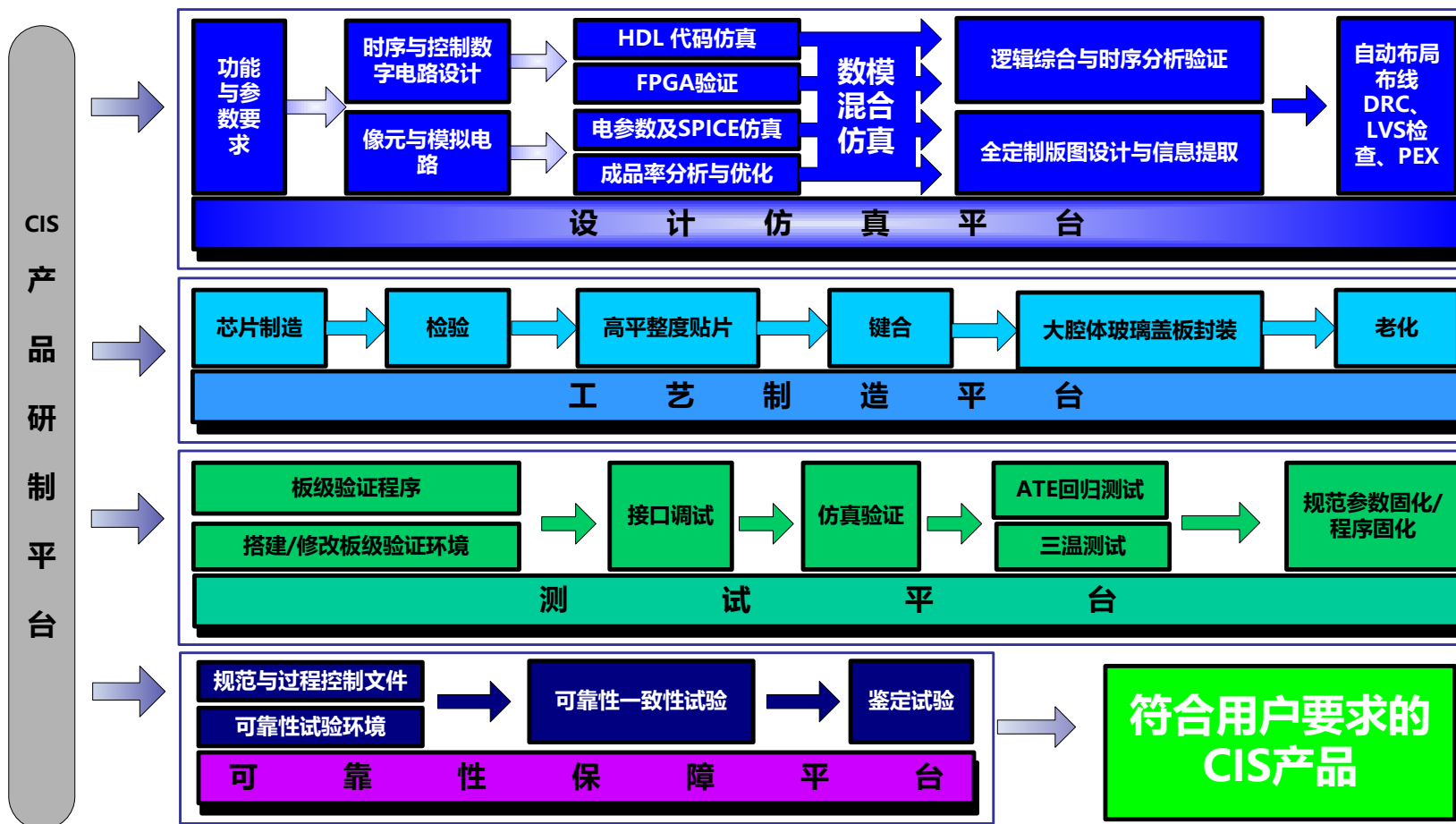
2 高性能CIS代表了当前半导体技术最前沿发展：

- 制造工艺——纳米级CIS专用工艺、辐射加固、超大面阵CIS无缝拼接工艺
- 封装工艺、结构设计及材料——超大管芯粘接、干线键合、高精度密封，封装结构光电与可靠性设计，高性能光学盖板、大体积高可靠管壳设计、加工
- 设计——光电器件设计、高速高精度混合信号IC、辐射加固设计
- 测试——高速高精度数据采集、海量图像数据处理、高分器件光电参数高效高精度测试、相机成像质量评估
- 可靠性实验——超大体积光电器件空间环境适应性试验、长寿命的加速评估方法、纳米级高分光电器件失效分析



CIS产品研制技术平台建设

航天应用CIS产品研制技术平台





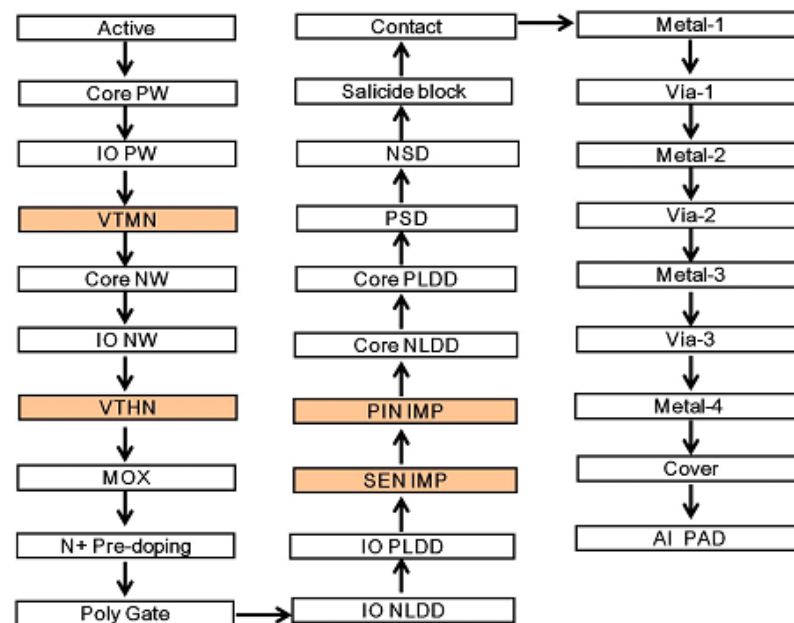
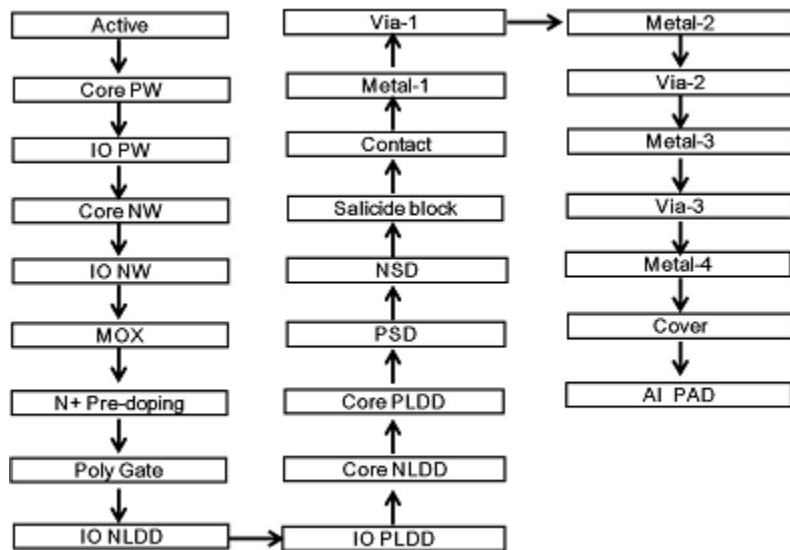
CIS产品研制技术平台建设

1

制造平台



辐射加固55nm CIS 专用工艺线





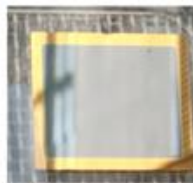
CIS产品研发技术平台建设

2

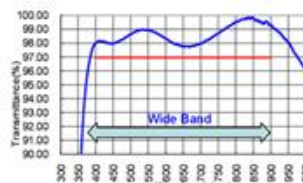
封装工艺平台



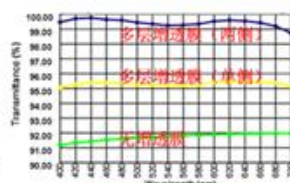
石英玻璃光窗



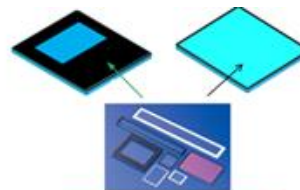
蓝宝石光窗



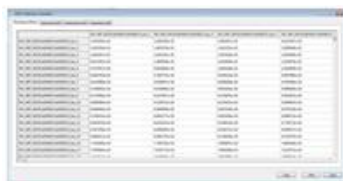
普通与宽带增透膜



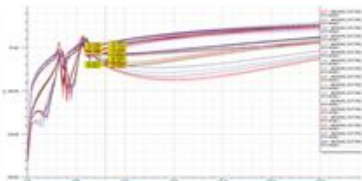
镀膜方式



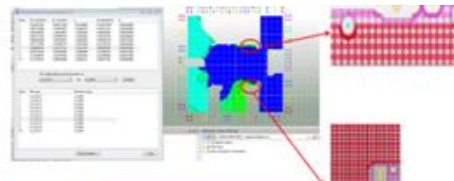
半遮蔽与全透光窗口



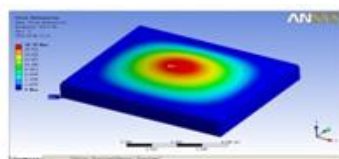
管壳寄生参数提取：满足要求



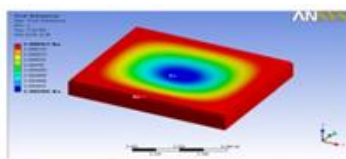
隔离度分析：ROUT布线需调整



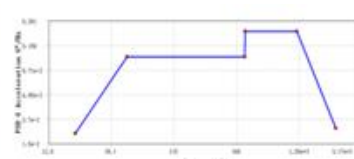
谐振频率分析：地平面需调整



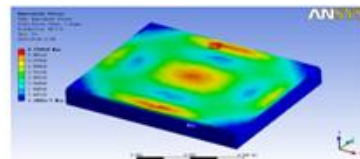
模态分析：振型为光窗弯曲振动



机械冲击：最大变形与应力值分析



随机振动功率密度曲线



随机振动下的应力分布

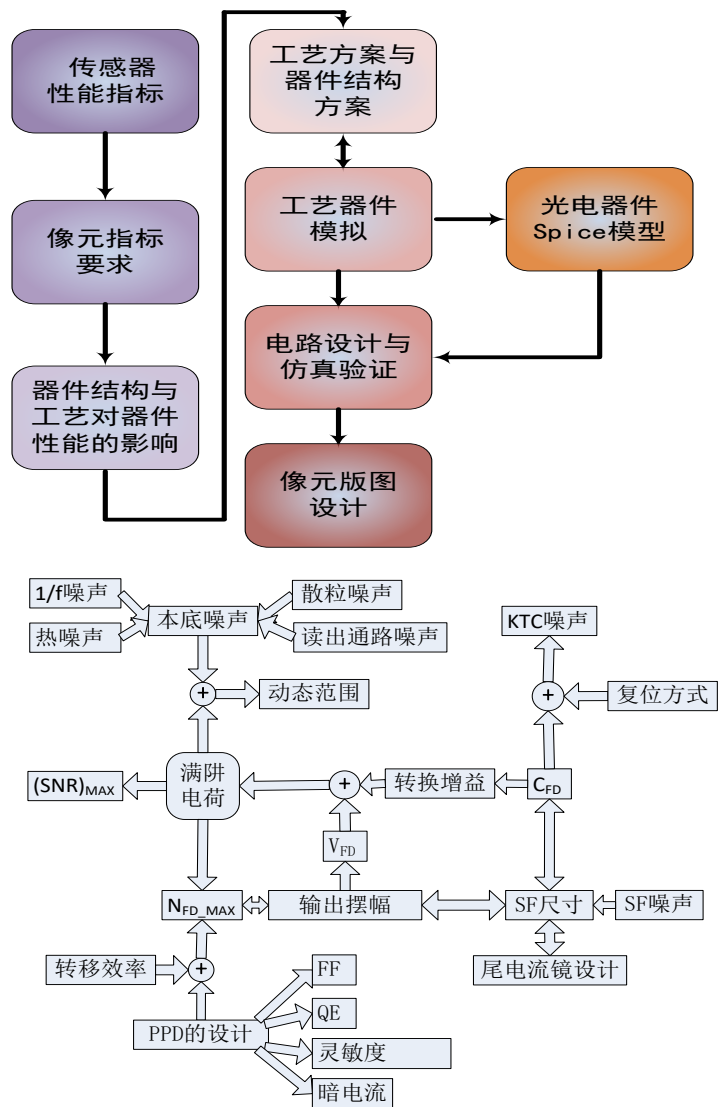


CIS产品研制技术平台建设

3 设计平台

图像传感器产品设计基础
千万像素图像传感器设计周期<18个月

硬件平台	登陆服务器：10台 计算服务器：32台 存储：167T
	虚拟化管理平台软件：182套 资源管理平台软件：1套
	质量管理平台软件：1套 项目管理平台软件：1套
软件平台	EDA软件种类：27
	半定制：支持65nm工艺；千万门SoC系统芯片设计
	全定制：110nm工艺；12位DAC、16位ADC、1GHz PLL、1G bps LVDS
	建模/建库：65nm工艺；TID100k rad (Si) , 75MeV*cm ² /mg 传感器：55nm工艺；器件规模大于3亿；传感器架构设计至光电器件级设计
设计规范	像元光电性能仿真规范;像元辐射效应模拟与加固设计规范; 图像传感器设计与验证流程规范;传感器成品率分析与优化设计规范; 像元光电性能仿真规范
辐射加固IP库	4T APS像元(4.5um~6um规格); RDIC ; 1GHz PLL; 1G bps LVDS TX
设计团队	器件与辐射加固型像元设计;辐射加固标准单元与IO库设计、IP特征化; 模拟电路设计;数字电路设计;数字与模拟电路可测性设计;可靠性设计

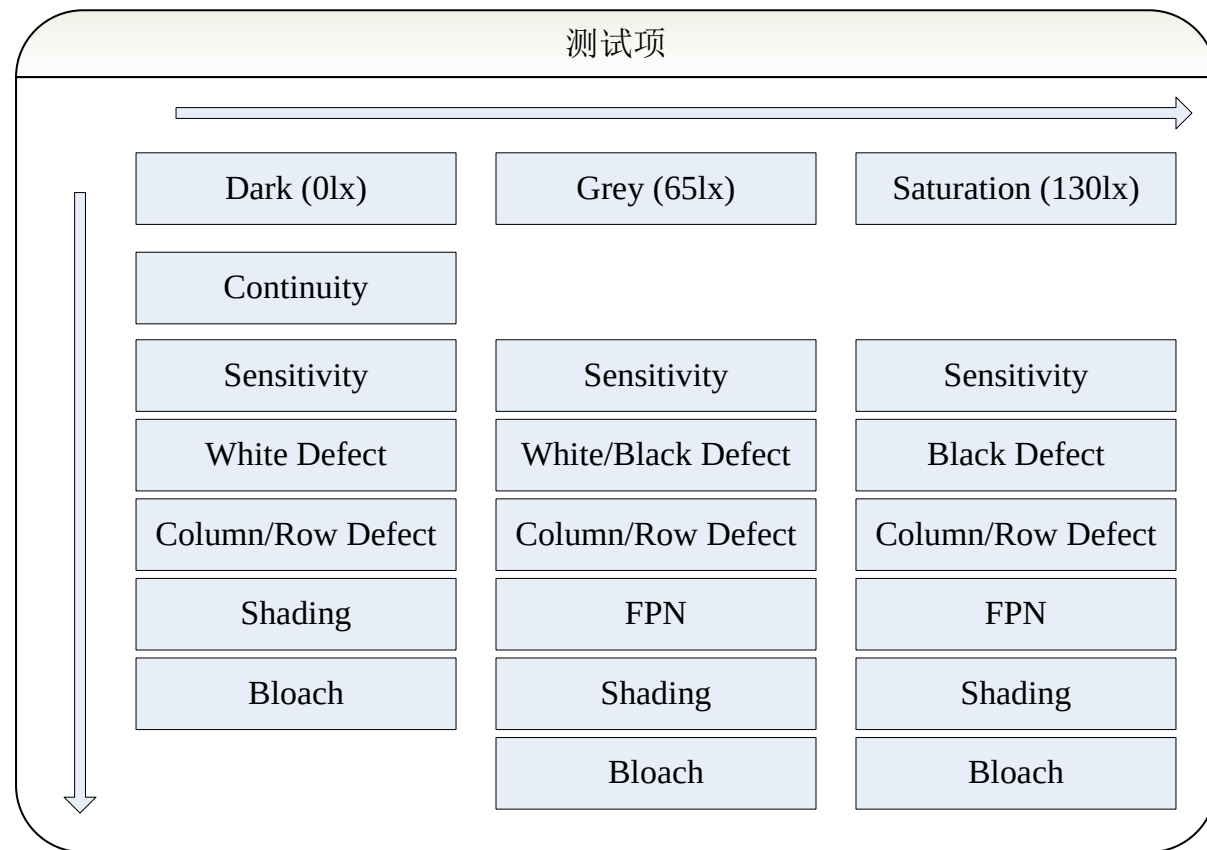
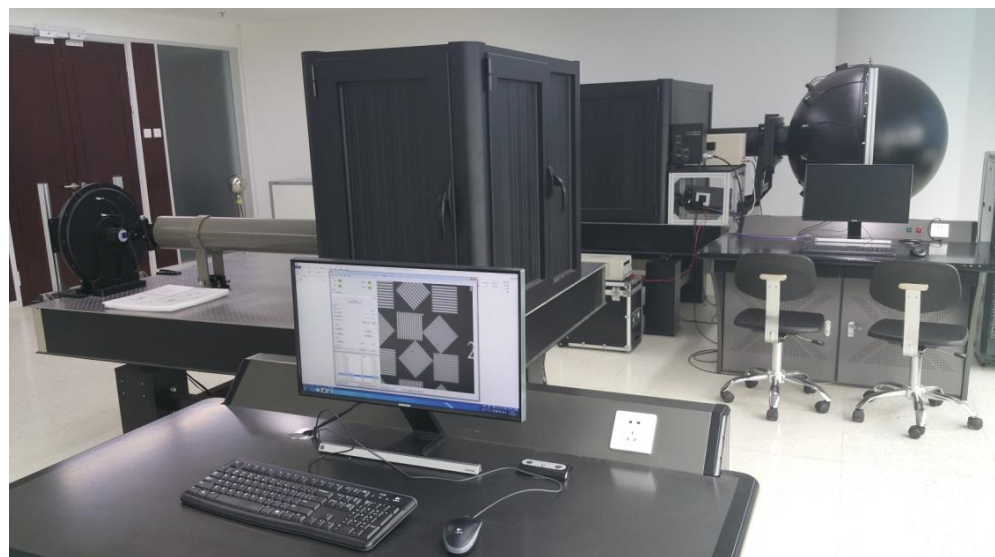




CIS产品研发技术平台建设

4

测试技术平台

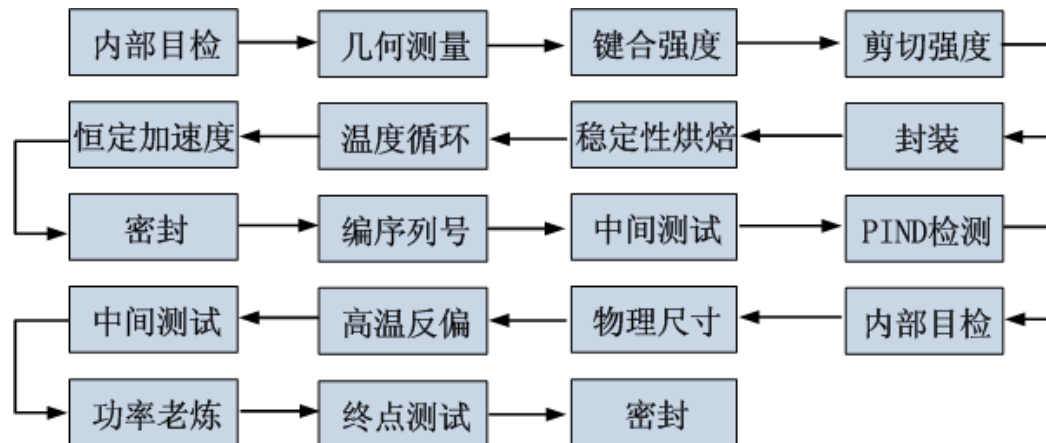
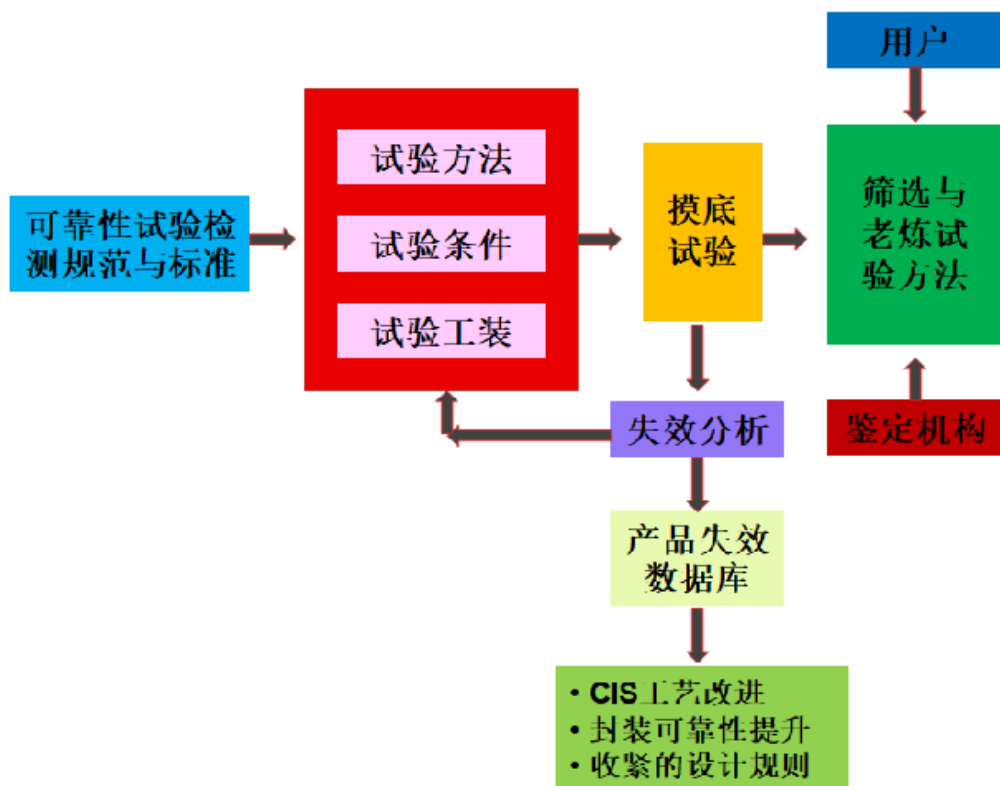




CIS产品研制技术平台建设

5

可靠性保障技术平台



失效分析技术能力

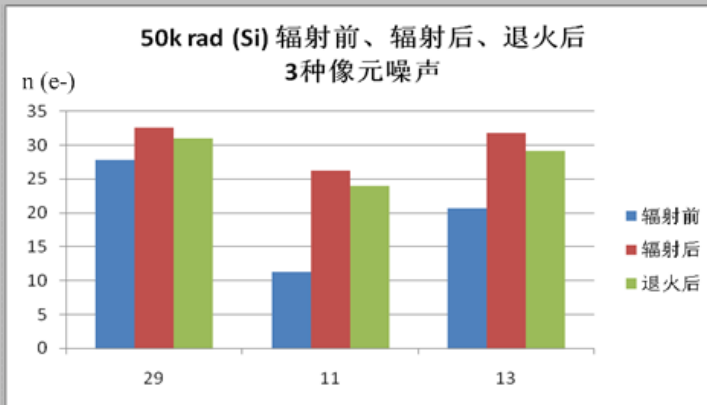
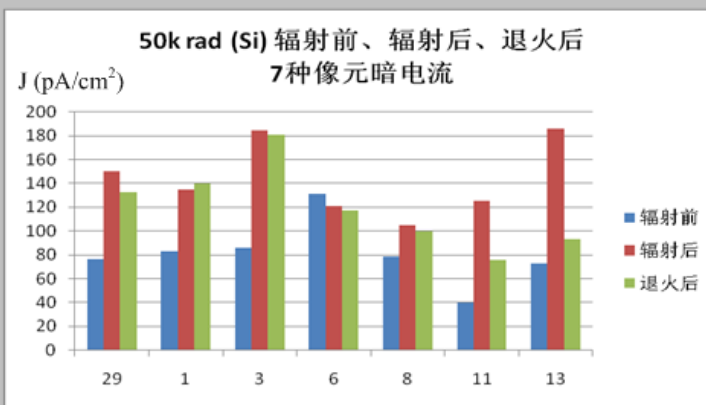
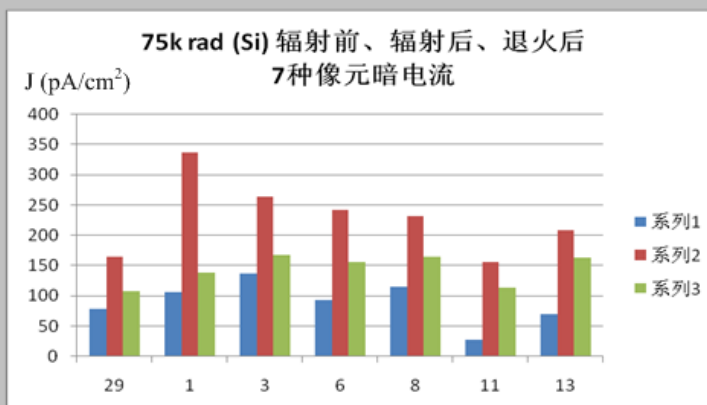
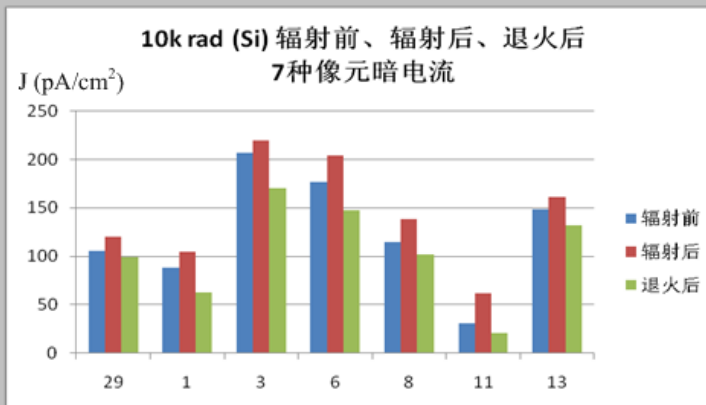
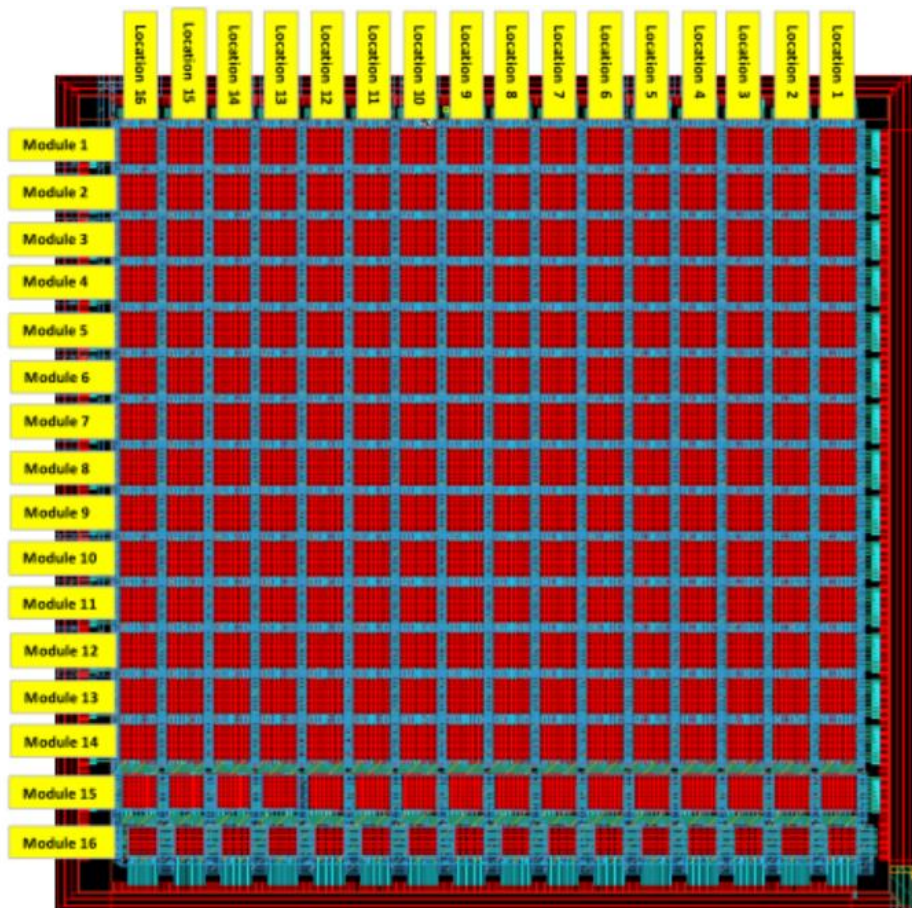
外观检查	光窗微纳米划痕、压痕	无损故障定位	微光诊断（外协）
无损检测	PIND	开封	激光开封
	检漏		化学开封
	X射线		机械开封
精细制样分析	研磨制样	模拟验证	ESD电浪涌
	反应离子刻蚀（外协）		门锁试验
	FIB（外协）		环境试验
光学分析	显微成像	故障浮现	电参数测试
	SEM		非功能测试
	三维成像		
内部节点特性	机械微探针		



CIS产品研制成果

1

抗辐射高性能像元IP

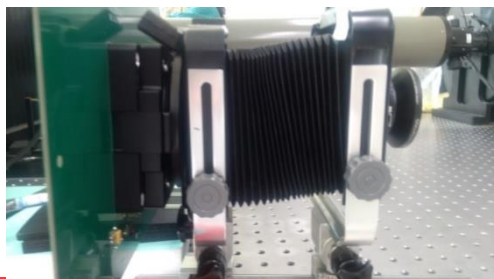
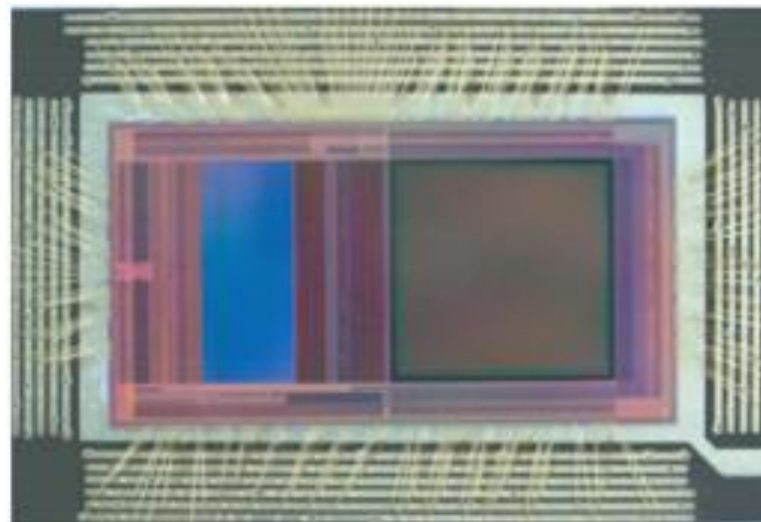
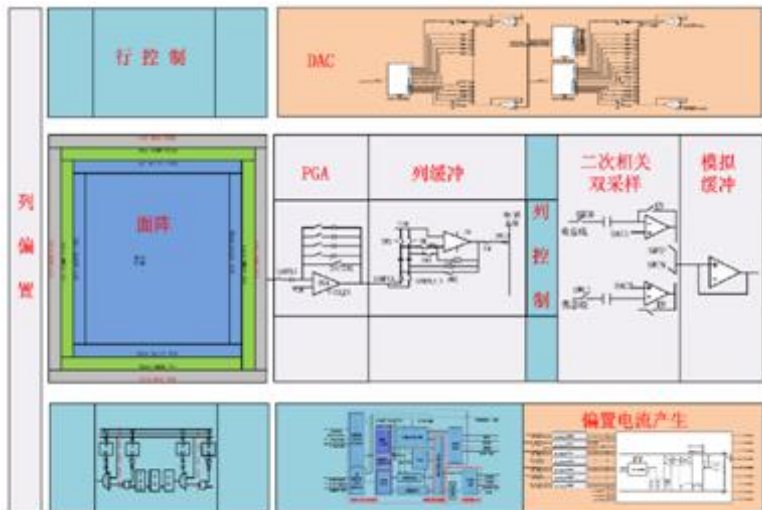




CIS产品研发成果

2

空间应用百万像素CIS产品





CIS产品研制成果

2

空间应用百万像素CIS产品

百万像素产品与进口器件关键参数对比

参数		自研产品	LUPA 4000
像元与面阵	像元类型	2.5T APS	6T Global shutter APS
	像元尺寸	$5.4\mu\text{m} \times 5.4\mu\text{m}$	$12\mu\text{m} \times 12\mu\text{m}$
	面阵规模	1024×1024	2048×2048
时域数	暗电流	100 pA/cm ²	733 pA/cm ²
	满阱电荷	59 ke ⁻	95 ke ⁻
	噪声	30 e ⁻	45 e ⁻
	动态范围	66 dB	66 dB(单斜)
空域	盲元率	0.13%	0.41%
	PRNU	1.92%	2.09%
光谱	QE(峰值)	50%	36%
MTF		0.48	0.64
抗辐射		0.028倍/k rad (Si)	2.1倍/k rad (Si)

- 工艺
- 像元设计
- 读出电路设计
- 辐射加固



CIS产品研发成果

2 空间应用百万像素CIS产品

核心技术突破及应用效果

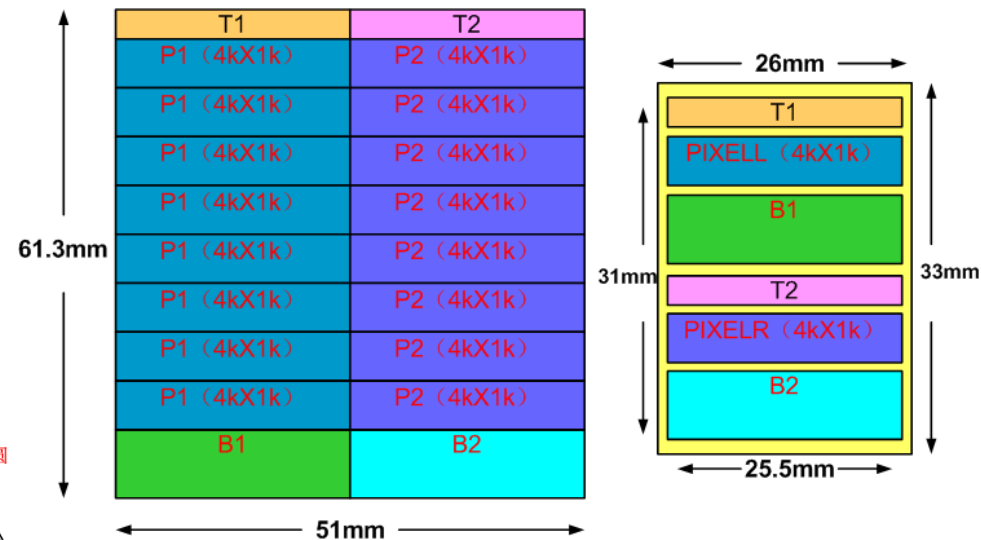
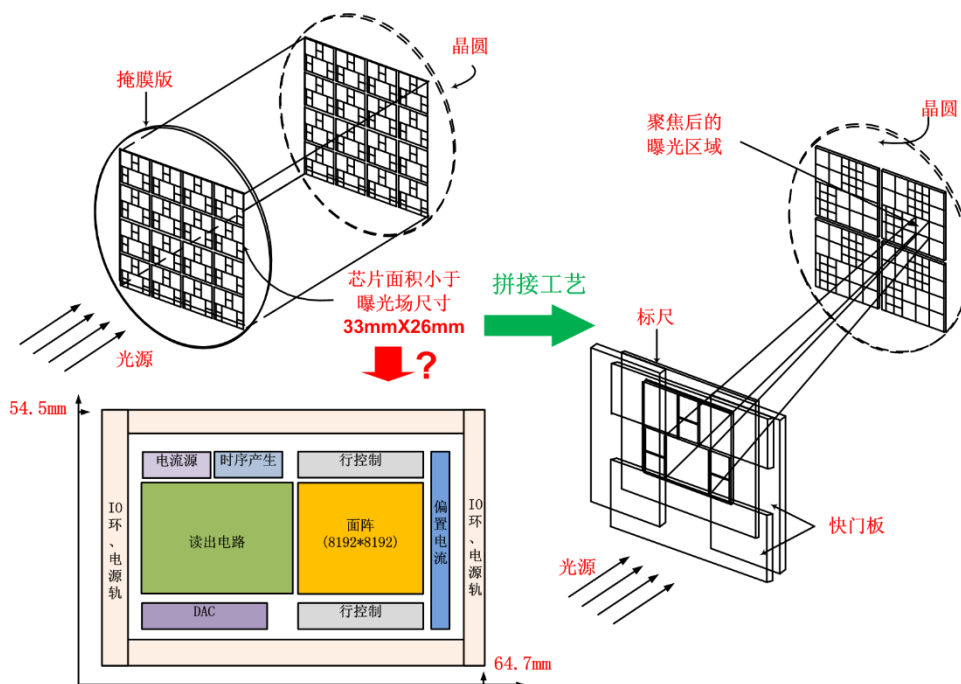
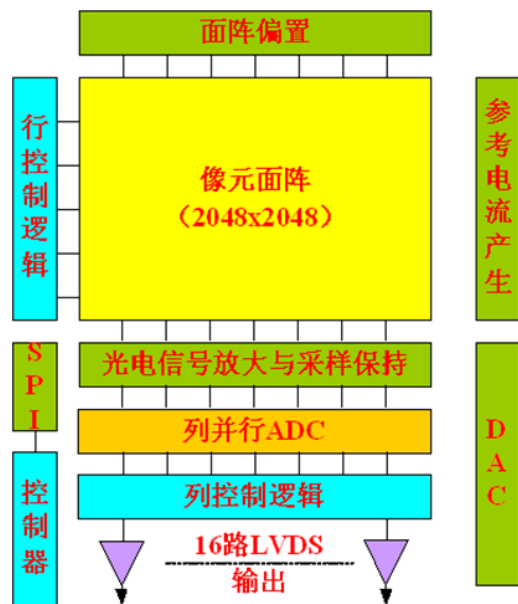
关键技术	获得成果	应用情况
高性能卷帘曝光型像元	布图专利8项	暗电流<50pA/cm ² 动态范围>70dB 平均MTF>0.47
像元辐射加固	发明专利1项目 布图专利2项	50 rad (Si) 辐照下: 暗电流<150pA/cm ² 动态范围>67dB
高性能读出电路	发明专利4项 布图专利5项	单通道光电信号处理速度>25M pixel/s
		读出电路噪声<300 μV
面阵控制与曝光控制	发明专利3项 布图专利3项	支持像元合并
		支持开窗，开窗粒度64x64
		单器件实现滚筒曝光与快照曝光（全局复位释放）
光电参数高精度测试	光电性能参数测试流程与规范	关键光电参数测试相对误差<10%



CIS产品研发成果

3

空间应用6400万像素CIS产品



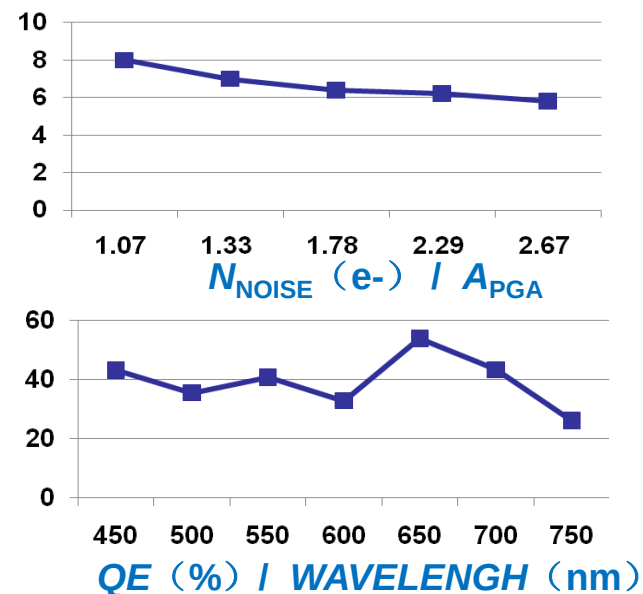
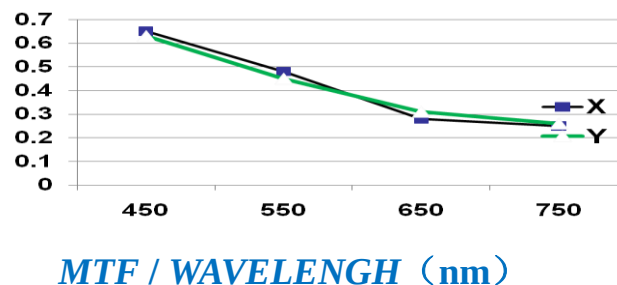
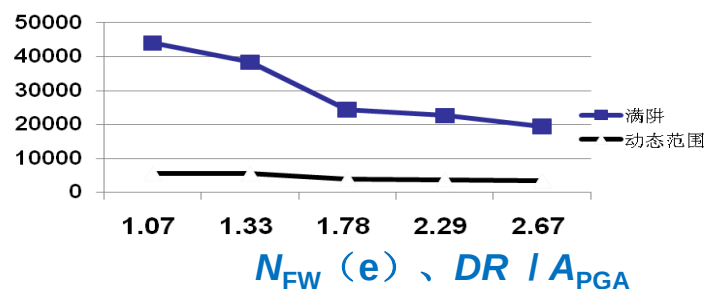
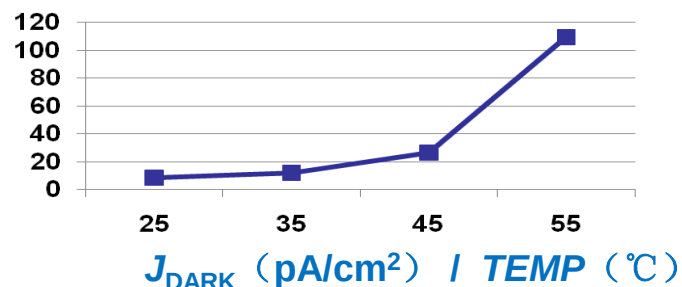
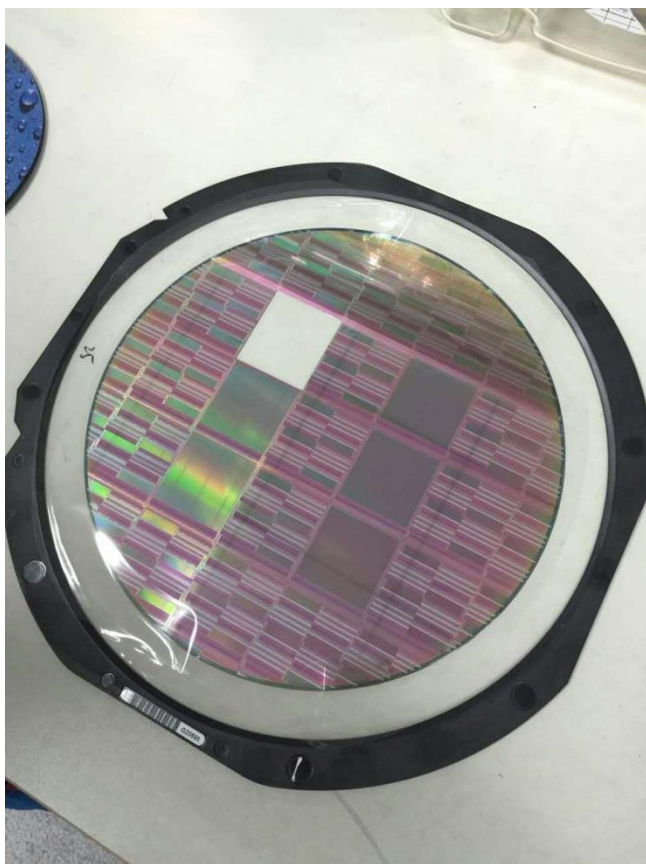


CIS产品研发成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

采用12英寸晶圆加工的6400万CIS产品

6400万CIS产品常态本征光电性能参数



- 暗电流7pA/cm²(室温), 倍增温度高(10 °C)
- 读出噪声8e⁻, 满阱电荷41ke⁻
- 本征动态范围74dB量子效率
- 量子效率峰值55%, 近红外谱段750nm 26%
- 空间调制传递函数XIY向皆优于0.45

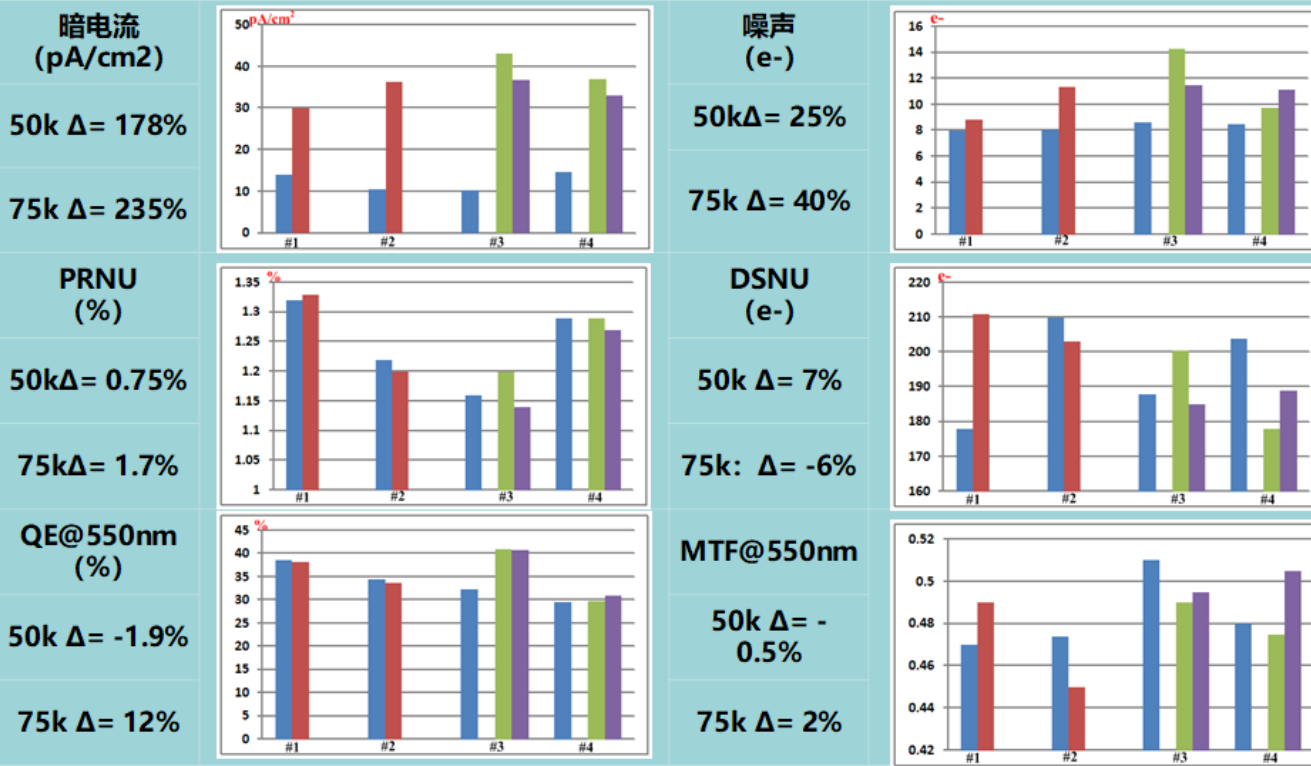


CIS产品研制成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

6400万CIS产品抗总剂量能力

- 试验条件: 50k与75k (大沽源, 50rad(Si)/s) 各两只, 75k辐射后高温退火 (100°C, 168h)
- 试验结果: 暗电流与噪声上升**235%**与**40%** (75k), 但优于STAR1000一个量级; 空域与光谱对辐射**不敏感**



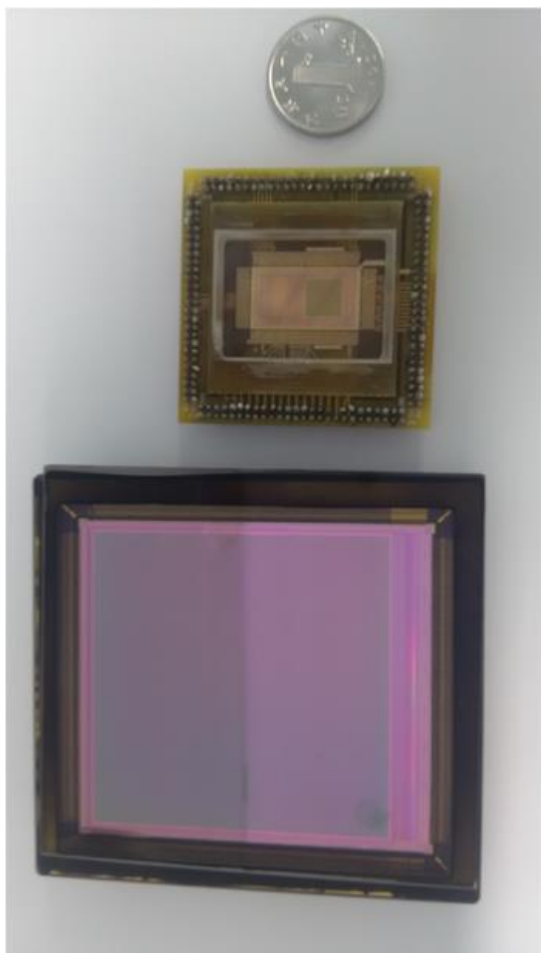
- 抗单粒子拴锁能力优于 $99.8\text{MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{mg}$ (国内最高能量离子束)



CIS产品研制成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

6400万CIS产品75k辐射后成像照片





CIS产品研制成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

6400万像素可见光传感器LCIS64M作为面向航天应用的高光电性能、高可靠、辐射加固型，具有全自主知识产权的国产化器件，代表了“十二五”期间我国半导体技术**最高水平**：

- **多项第一**：最高集成度、最大尺寸、首款无缝拼接技术
- **最高性能**：器件噪声 $\leq 8e^-$ ，动态范围 $\geq 5000:1$ ，暗电流 $\leq 10pA/cm^2$
- **高可靠**：质量等级GJB5968 C级。筛选试验条件与进口器件相比进行加严
- 抗辐射能力达到**国际先进水平**：抗总剂量辐射能力优于**75k rad(Si)**，单粒子拴锁能力优于**99.8MeV·cm²/mg**，暗电流与噪声等随辐射的增长率，优于进口高端器件1个量级



CIS产品研发成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

6400万CIS产品与进口高端器件性能对比

指标	LCIS64M	LUPA4000	STAR1000
片内可编程增益放大器	有	有	有
暗像元输出功能	有	—	有
图像开窗功能	有	有	有
像元合并	2x2合并	无	无
SPI接口	有	有	—
功耗	≤2W	200mW	400mW
引线绝缘电阻	≥10 ¹⁰ Ω	—	—
有效像元规模	8192×8192	2048×2048	1048×1048
像元尺寸	5.67μm×5.67μm	12μm×12μm	15μm×15μm
像元结构	4T APS	—	3T APS
填充因子	57.4%	—	37.5%
有效峰值量子效率	55%	36%	30%
电荷-电压转换增益	35μV/e-	11.5μV/e-	—



CIS产品研发成果

3 空间应用6400万像素CIS产品

6400万CIS产品与进口高端器件性能对比（续）

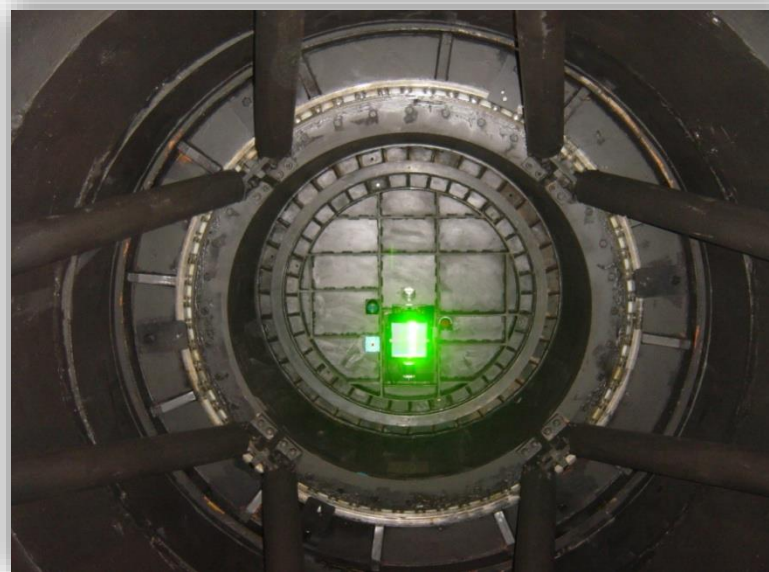
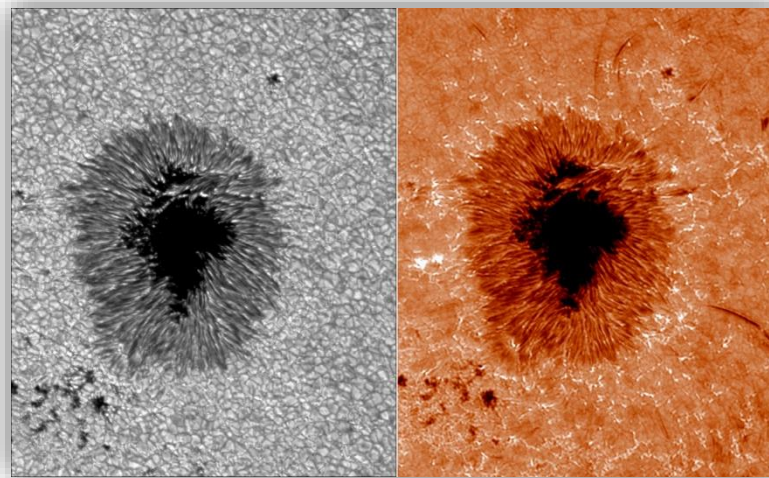
指标	LCIS64M	LUPA4000	STAR1000
灵敏度	2.6V/lux*s	—	—
暗电流（室温）	7pA/cm ²	220pA/cm ²	174pA/cm ²
读出噪声	8e-	45e-	100e-
满阱电荷	41ke-	95ke-	135ke-
动态范围	5000: 1	2000: 1	1300: 1
MTF	0.47	0.64	0.32
响应非均匀性	1.5%	3%	6.09%
盲元率	0.01%	0.4%	—
暗电流（室温）	7pA/cm ²	220pA/cm ²	174pA/cm ²
读出噪声	8e-	45e-	100e-
满阱电荷	41ke-	95ke-	135ke-
动态范围	5000: 1	2000: 1	1300: 1
MTF	0.47	0.64	0.32



CIS产品应用情况

1

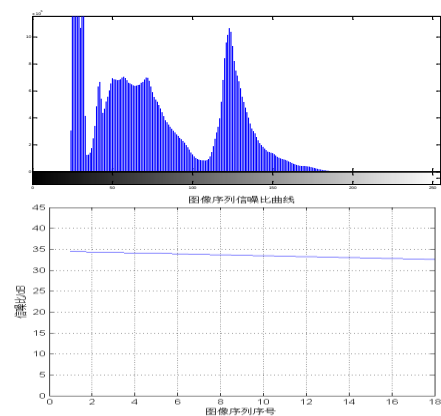
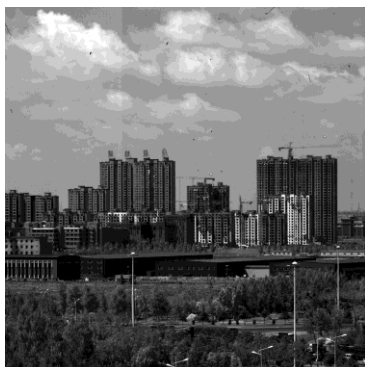
地基天文观测应用





2

星载对地高分成像应用

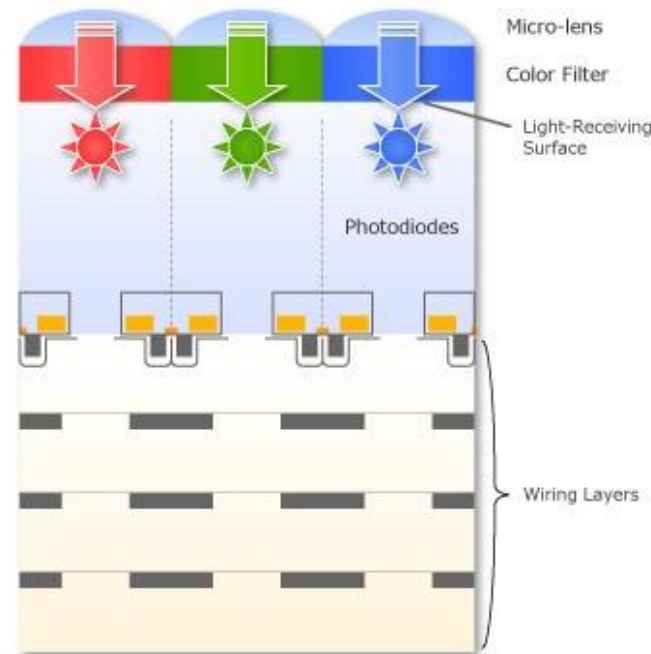
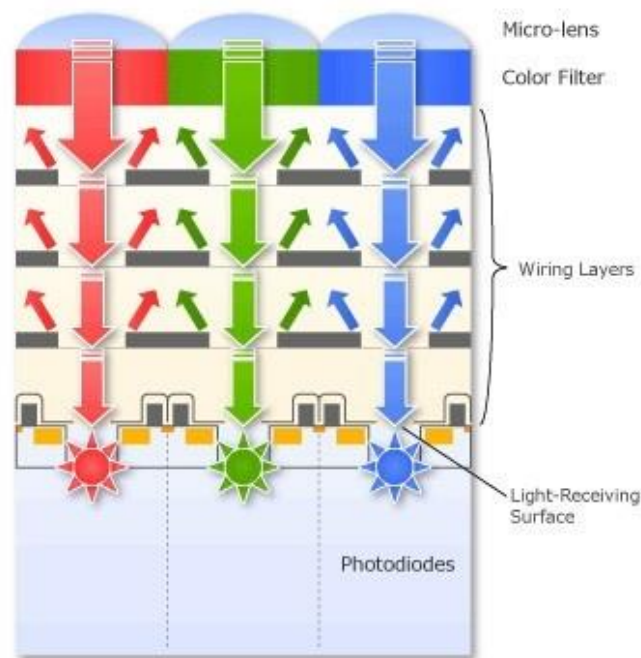




“十三五” CIS研制拟解决的重大技术问题

因“十二五”期间获得的良好效果，以及中长期“高分专项”、“探月工程”、“深空探测”等型号任务的需求，“十三五”期间，国家通过“核高基”专项对课题组CIS研制继续提供支持（**2017年**完成立项，项目经费**4500万元**，目前处于**初样阶段**），以解决以下重大技术难题：

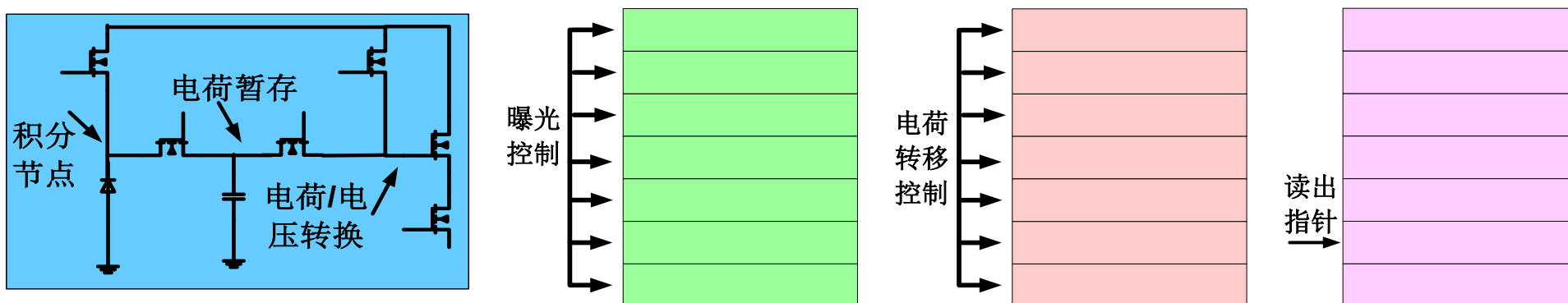
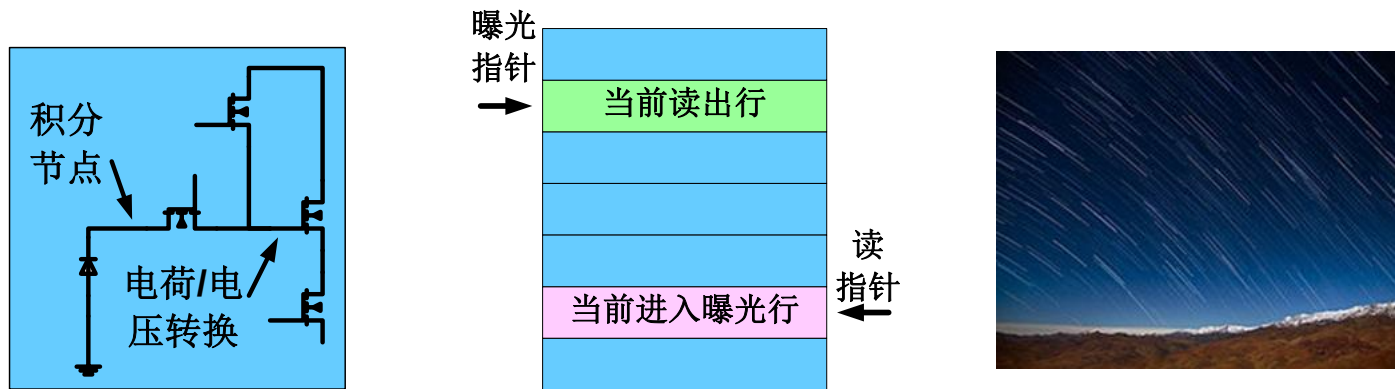
- 对更高灵敏度及分辨率器件的需求





“十三五” CIS研制拟解决的重大技术问题

- 同时满足高轨同步卫星对低噪成像卷帘快门型器件，和中低轨高分卫星对无“运动失真”的全局快门型器件的需求



- 更长的使用寿命、更好的空间应用环境适应能力

授课能力





授课能力

1 硕士研究生培养

- 2012年获集成电路设计技术**硕士研究生导师**资格
- 已培养硕士研究生**1**名（2013届）
- 目前在培硕士生**1**名（2016届）

2 硕士与博士研究生课题指导

- 博士生课题指导**2**名（模拟集成电路设计、光电器件设计）
- 硕士生课题指导**5**名（2012届2名、2013届2名、2014届1名）

3 带徒

- 完成**2**位入所博士的新人培养工作
- 完成**4**位入所硕士的新人培养工作

4 培训

- 作为集成电路专业所级专家组成员，负责入所、职称试卷出题及评分
- 入所新人岗位培训（20学时/年），课题组人员技能培训



授课能力

5

入校后可承担的教学任务

- 作为微电子、集成电路设计专业导师，承担研究生培养工作
- 本科生授课任务：数字电路、模拟电路、信号与系统、基于HDL语言的IC设计、半导体集成电路工艺、半导体集成电路设计技术、集成电路封装技术、微电子技术
- 硕士生授课任务：模拟集成电路设计、深亚微米混合信号集成电路设计、CMOS图像传感器设计

来校后工作规划





工作规划

- 1 进一步提升本人教学工作专业素养和教学能力，完成我校与院领导分配的**本科生与研究生教学任务**；提升个人师德素养，将个人长期一线科研工作经验，无保留的传授于学生，为**培养合格科技人才**尽最大努力
- 2 按照校规、院规要求，积极参加**科学与技术研究、教学研究**，学科教材及专业辅导材料编制，发表学术与教学论文；与国际EDA工具软件主流厂商Cadence、Synopsys、Mentor等，以及国内厂商如华大九天等开展合作，**加强和充实通信集成电路设计教研室建设**，以项目为牵引，形成**通信集成电路科研与设计人才培养基地**



工作规划

3

作为“十二五”与“十三五”核高基重大专项的项目负责人，总装型谱、新品、预研课题主要完成人，长期从事重大型号科研任务，核心元器件产品研制，具有集成电路设计流程各阶段工作经验；历任工程师、项目负责人、模拟电路专业组组长、定制电路中心主任、集成电路设计事业部副总工程师，具有较突出的项目与课题申报、研发策划与管理、部位协调、专业技能培训等经验。若能够成为我院一份子，希望能够将个人专长，与我校在信息科学领域的优势进行结合，积极参与国家科研项目的立项、申报及实施工作

4

加强校企合作，开展前沿技术研究和专业人才培养。通过与包括上市公司在内的各类企业合作，共同开展通讯专用IC与设备、功率半导体器件等产品研发与技术攻关，实现资源共享，加速新技术的产品转化，推进产学研合作，并形成“国际化”、“工程化”、“个性化”的企业定制人才培养模式

感谢您的观看指导



汇报人：汪西虎



电子工程学院