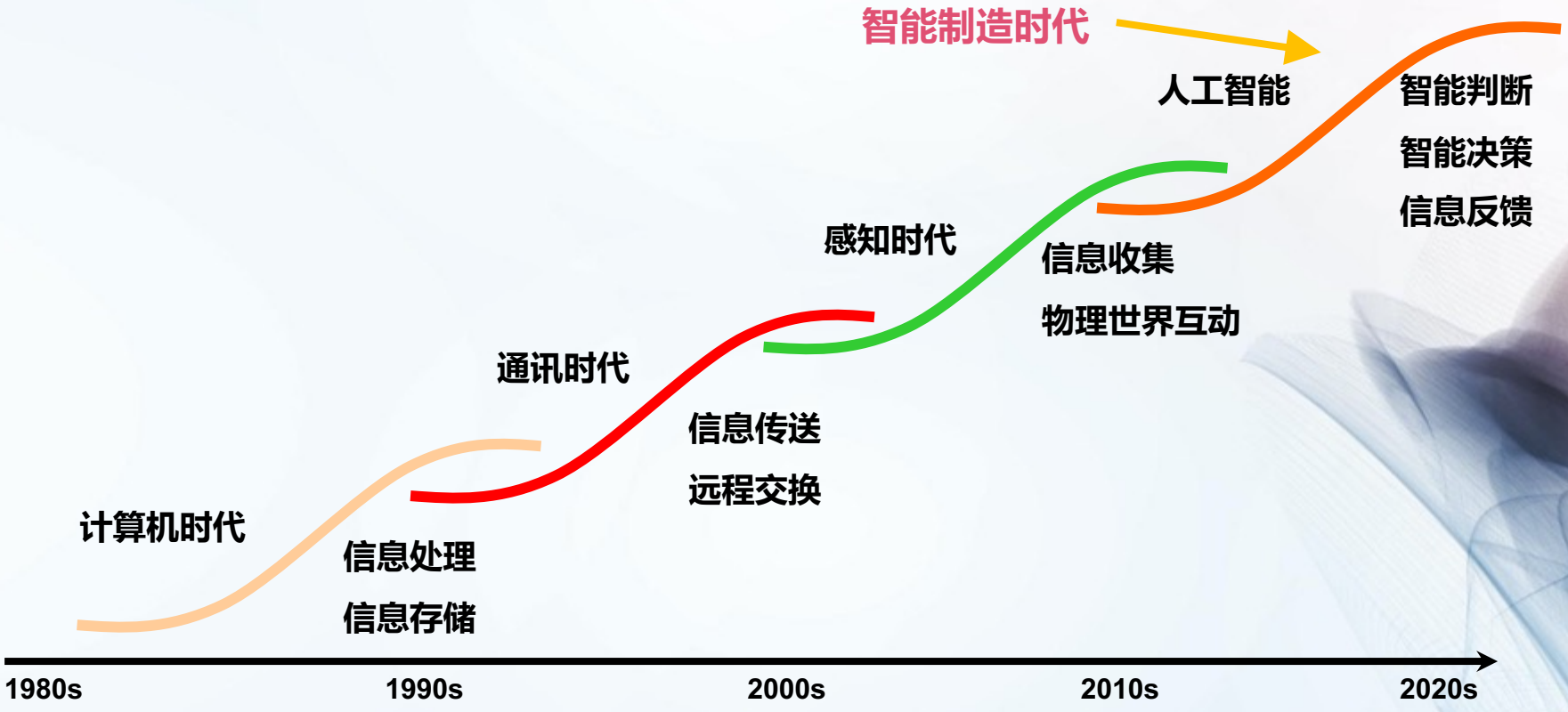
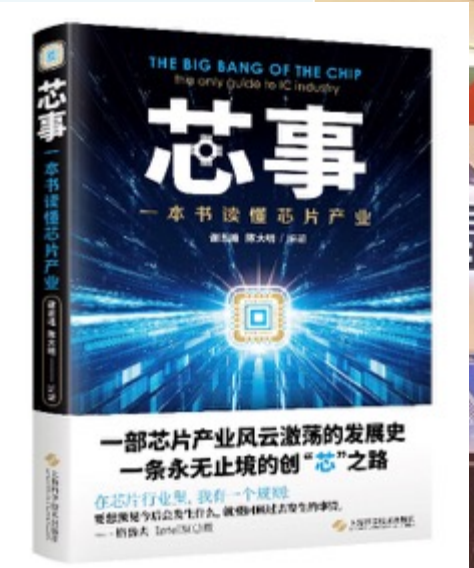
半导体全球产业链与中国机遇

谢志峰

2020年7月15日 广东顺德

科学技术演变历程


智能制造时代
人工智能
智能判断
智能决策
信息反馈
感知时代
信息收集
物理世界互动
通讯时代
信息传送
远程交换
计算机时代
信息处理
信息存储
1980s
1990s
2000s
2010s
2020s


THE BIG BANG OF THE CHIP
the only guide to IC industry
芯事
一本书读懂芯片产业
一部芯片产业风云激荡的发展史
一条永无止境的创"芯"之路

PSMC
力晶集團 力晶積成電子
執行長 謝在居 博士

THE SMART FUTURE
Taiwan 2020
日月光半導體
吳田玉 執行長

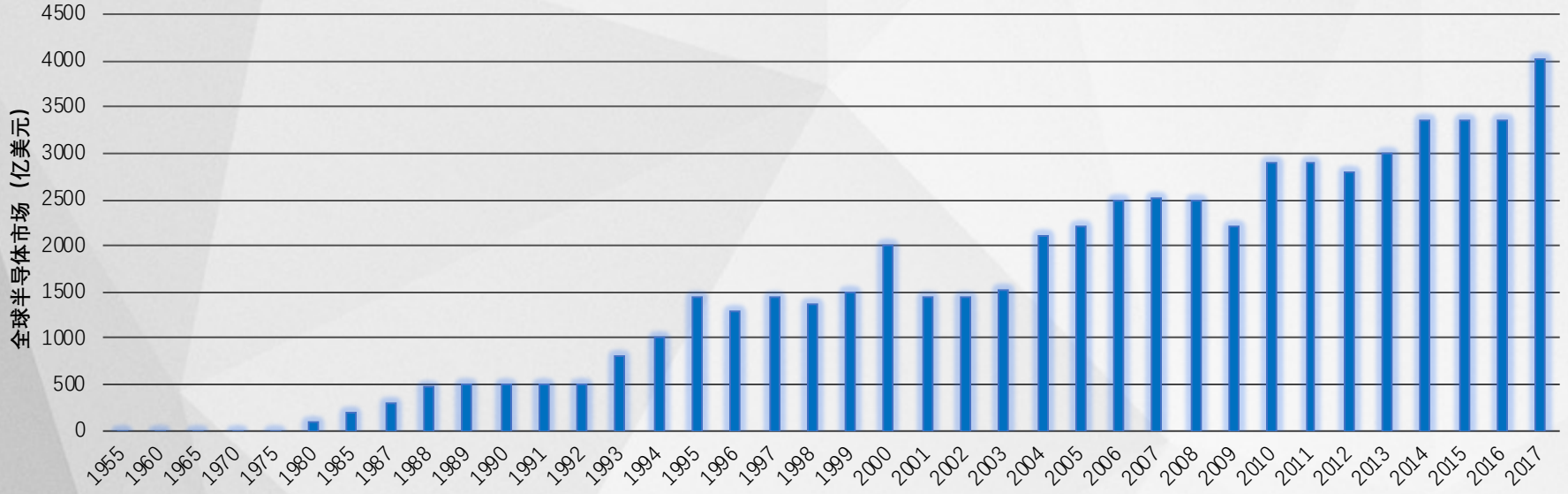
鈺創科技
盧超群 董事長

昇陽國際半導體 董事長
楊敏聰 博士

中芯國際半導體
楊光磊 獨立董事

- 美国Intel公司年芯片销售额达700亿美元！
- 中国芯片产业取得了长足的发展！
- 中国缺“芯”仍然严重！

全球半导体市场趋势



1958 集成电路发明
1959 适合工业生产的集成电路理论提出
1961 首台基于集成电路的计算机
1962 金属氧化物半导体（MOS）集成电路得到开发
1962 摩尔定律提出

1970 1K DRAM
1971 首个微处理器
1974 首个CMOS微处理器
1976 单芯片计算机发明
1979 首台个人计算机

1981 256K DRAM和64K CMOS SRAM
1988 16M DRAM
1989 486微处理器

1993 奔腾处理器上市
1994 256M DRAM
1994 0.35um工艺
1998 128M闪存

2001 512M NAND闪存
2002 12英寸晶圆
2003 速龙64处理器
2006 40nm工艺闪存，90nm工艺处理器

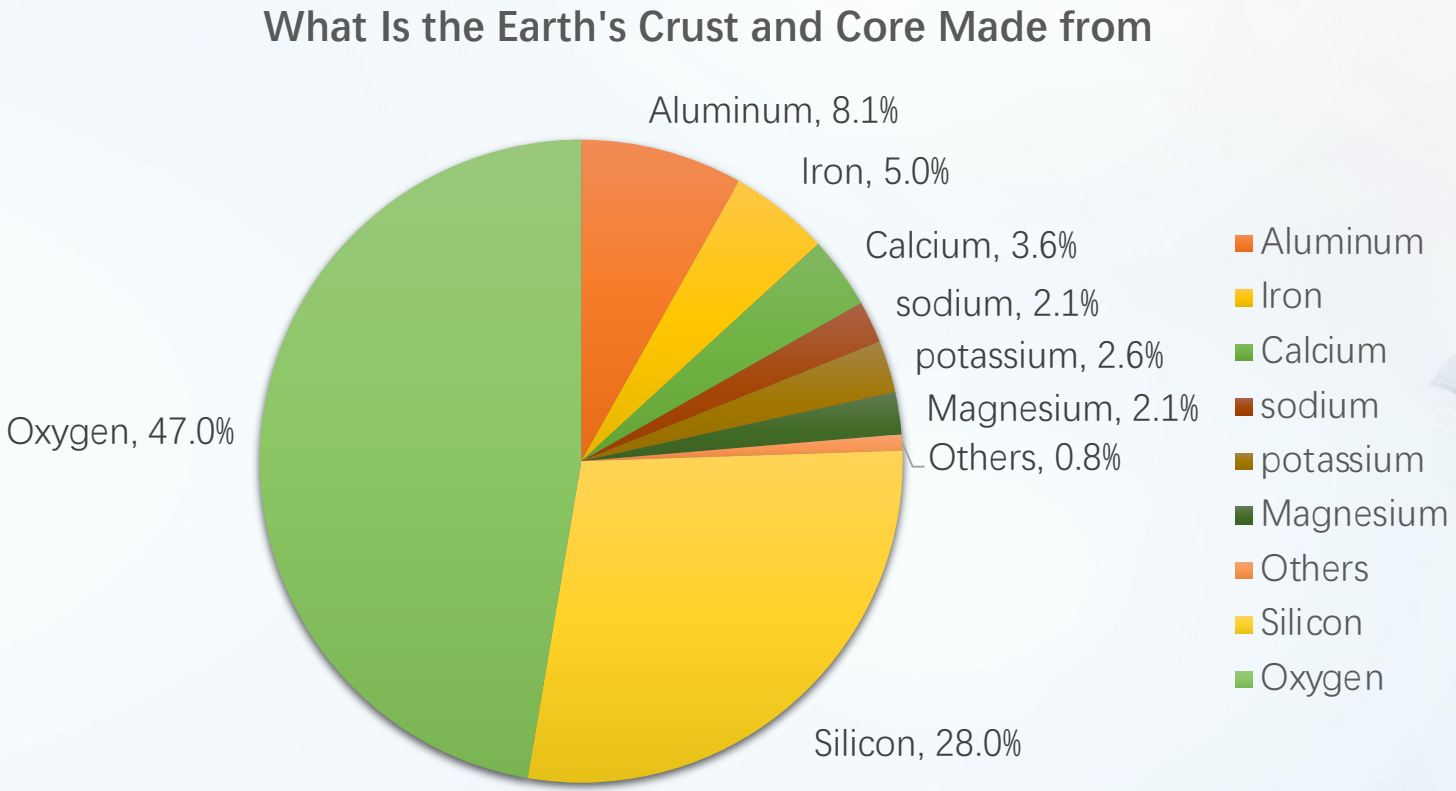
2010 32nm 的 酷 睿 i7 980X处理器
2011 商业化的FinFET推出
2012 22nm工艺
2014 首个14nm FinFET
2015 14nm处理器
2016 10nm工艺应用
2017 人工智能芯片成为热点

真空管收音机

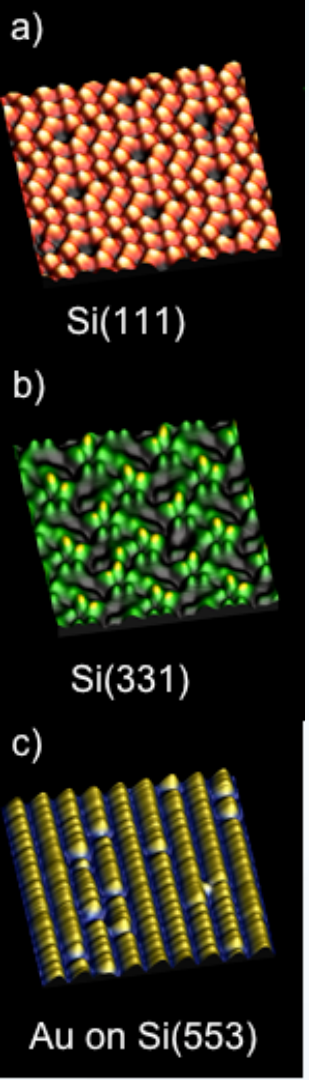
一粒沙

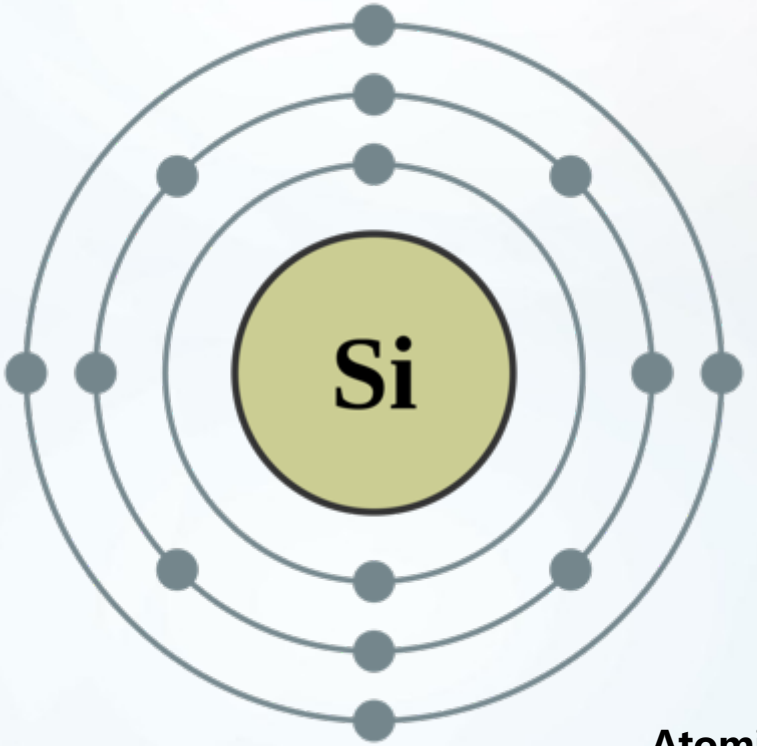
主要成份是二氧化硅（SiO_2）

地球由哪些元素组成？


What Is the Earth's Crust and Core Made from
Aluminum, 8.1%
Iron, 5.0%
Calcium, 3.6%
sodium, 2.1%
potassium, 2.6%
Magnesium, 2.1%
Others, 0.8%
Silicon, 28.0%
Oxygen, 47.0%
Aluminum
Iron
Calcium
sodium
potassium
Magnesium
Others
Silicon
Oxygen

硅元素——单晶硅表面STM图像





Atomic Mass: 28.085

Electron Configuration: 2,8,4

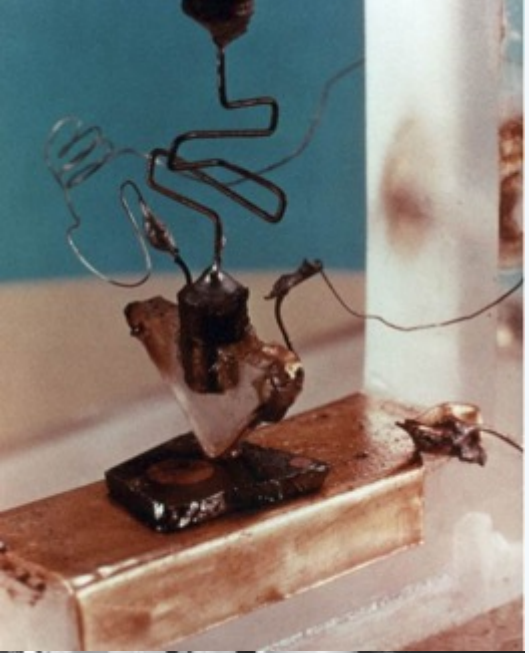
从冶金硅到单日硅

冶金硅是由硅石和碳质

还原剂在矿热炉内冶炼成

用高纯度的多晶硅

在单晶炉内拉制而成



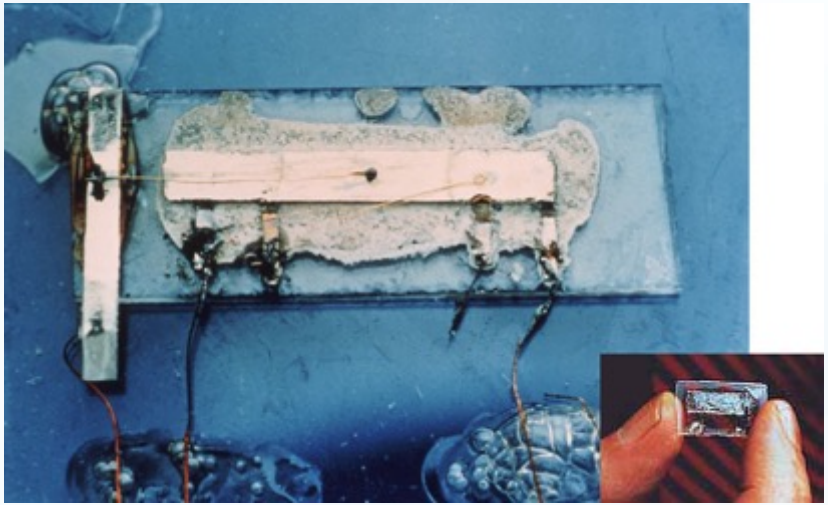
晶体管的发明

- 肖克莱、巴丁、布拉顿于1947年12月研制出点接触型晶体管。由此获得了1956年度的诺贝尔物理学奖。
- 奠定了现代电子技术的基础
- 揭开了微电子技术和信息化的序幕
- 开创了人类的硅文明时代

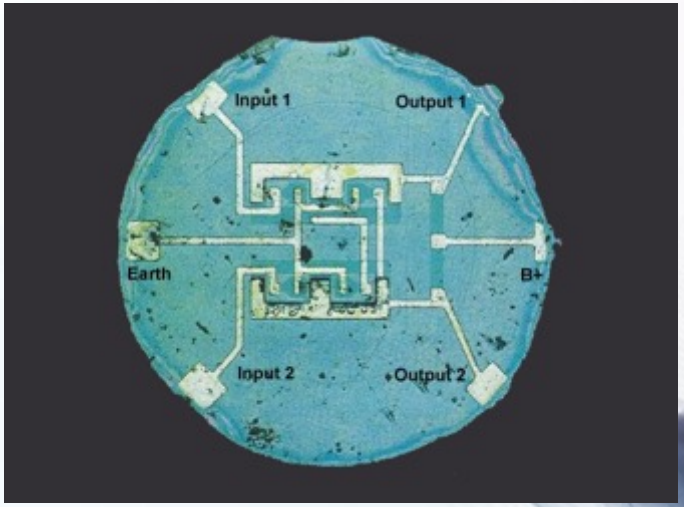
晶体管收音机（8个晶体管）

红灯 HONG DENG

集成电路芯片的发明

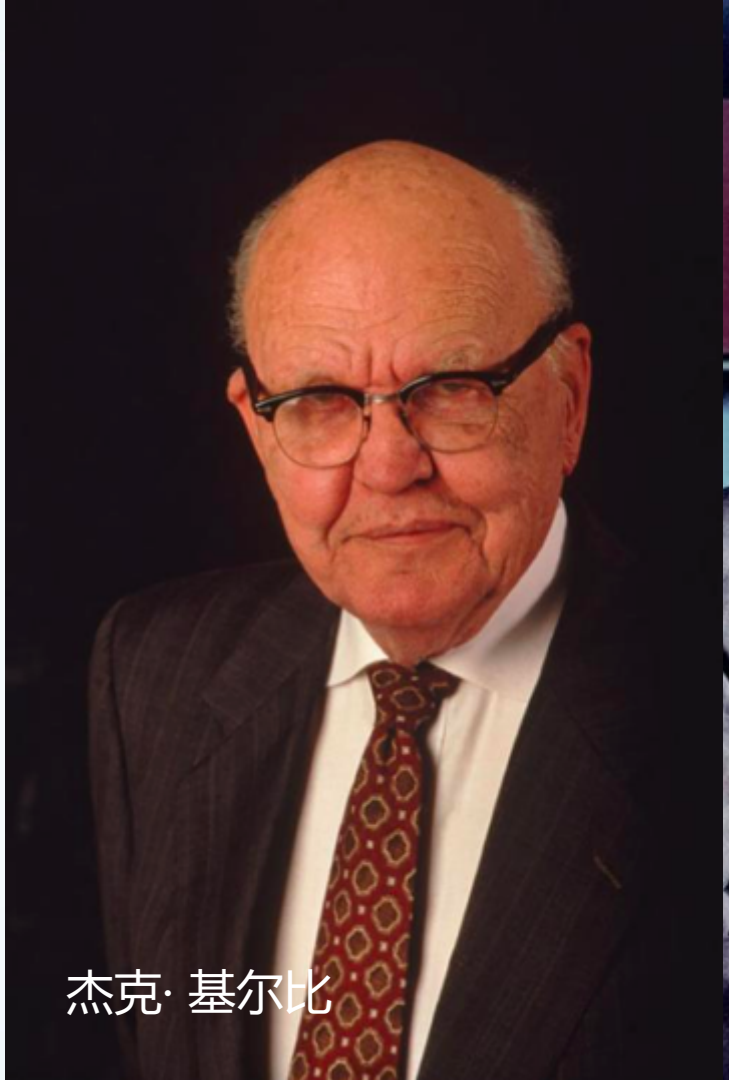


1958年9月，美国德州仪器公司的杰克·基尔比（Jack Kilby），发明并制作了世界上第一块锗集成电路。

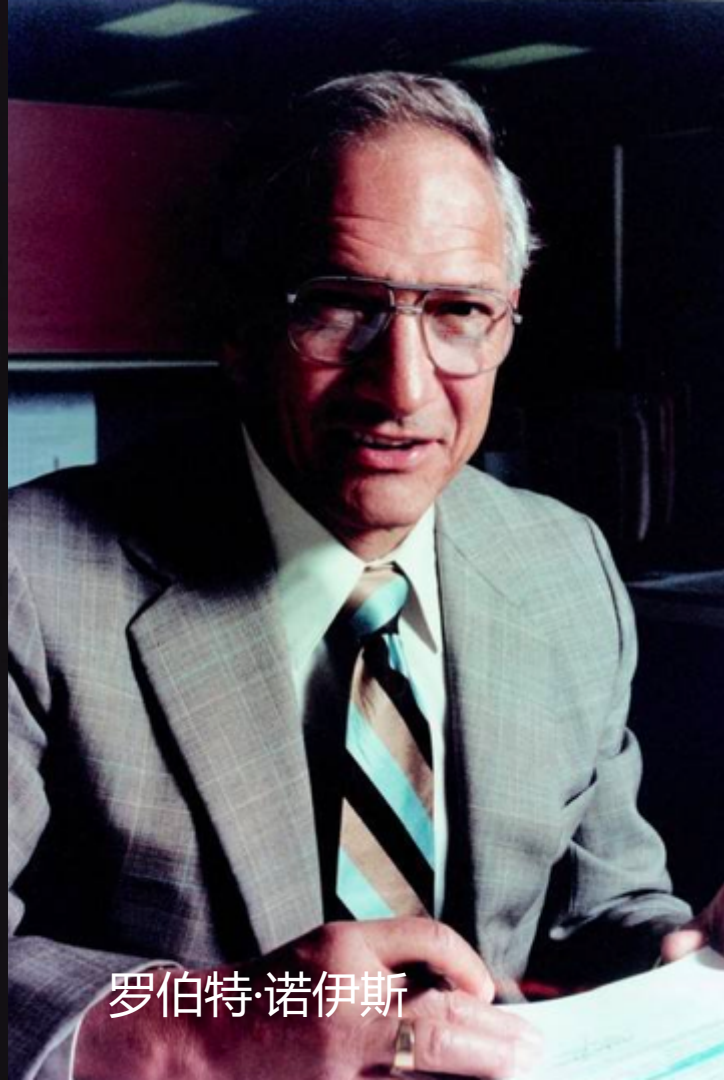


1959年7月，美国仙童半导体公司的诺伊斯（Bob Noyce），研究并发明了世界上第一块硅集成电路。

集成电路芯片的发明



杰克· 基尔比



罗伯特·诺伊斯

集成电路芯片的发明

2000年，基尔比被授予诺贝尔物理学奖

诺贝尔奖评审委员会：

“为现代信息技术奠定了基础。”

基尔比上海行

2001年5月28日，刚获得诺贝尔物理学奖的基尔比来到上海演讲。

“The future of semiconductor might be here!”Jack Kilby

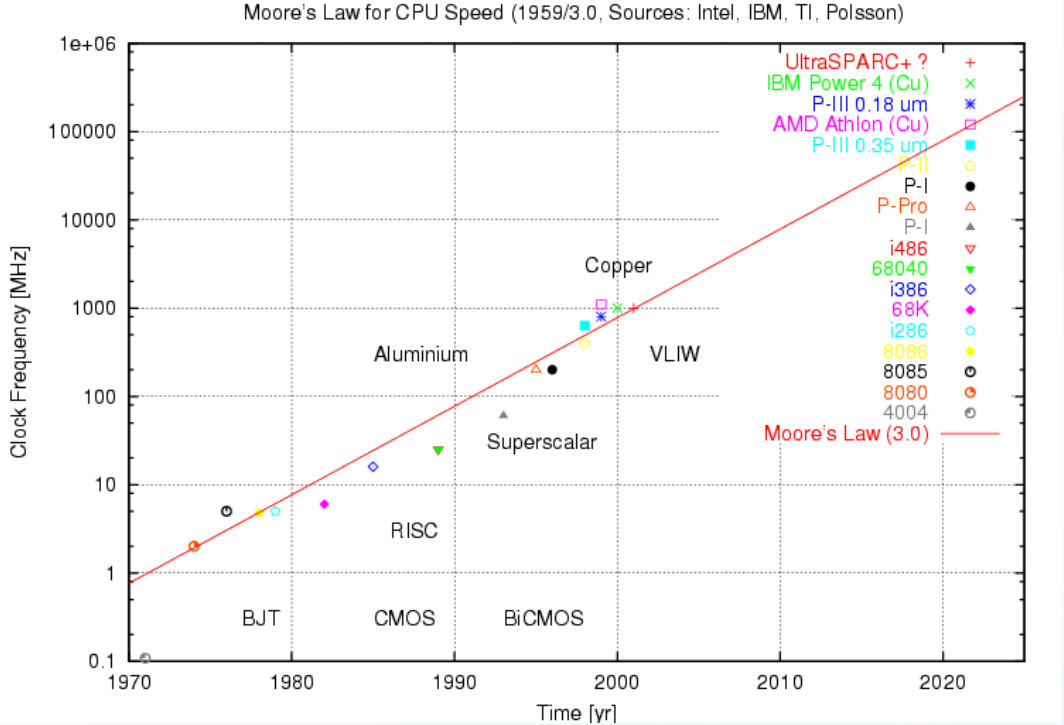
”半导体的未来也许在这里！”

——杰克·基尔比

芯片为什么那么难做？

芯片行业概览

芯片产业是一个国家综合科技水平的标志！



技术密集

精密的设计、制造和封装技术

资金密集

数十亿乃至上百亿的生产线投资

人才密集

跨学科（理论+实践）×周期=人才

中国芯片产业与世界先进水平有何差距？

① 资金投入严重不足

② 人才缺口巨大（32万？）

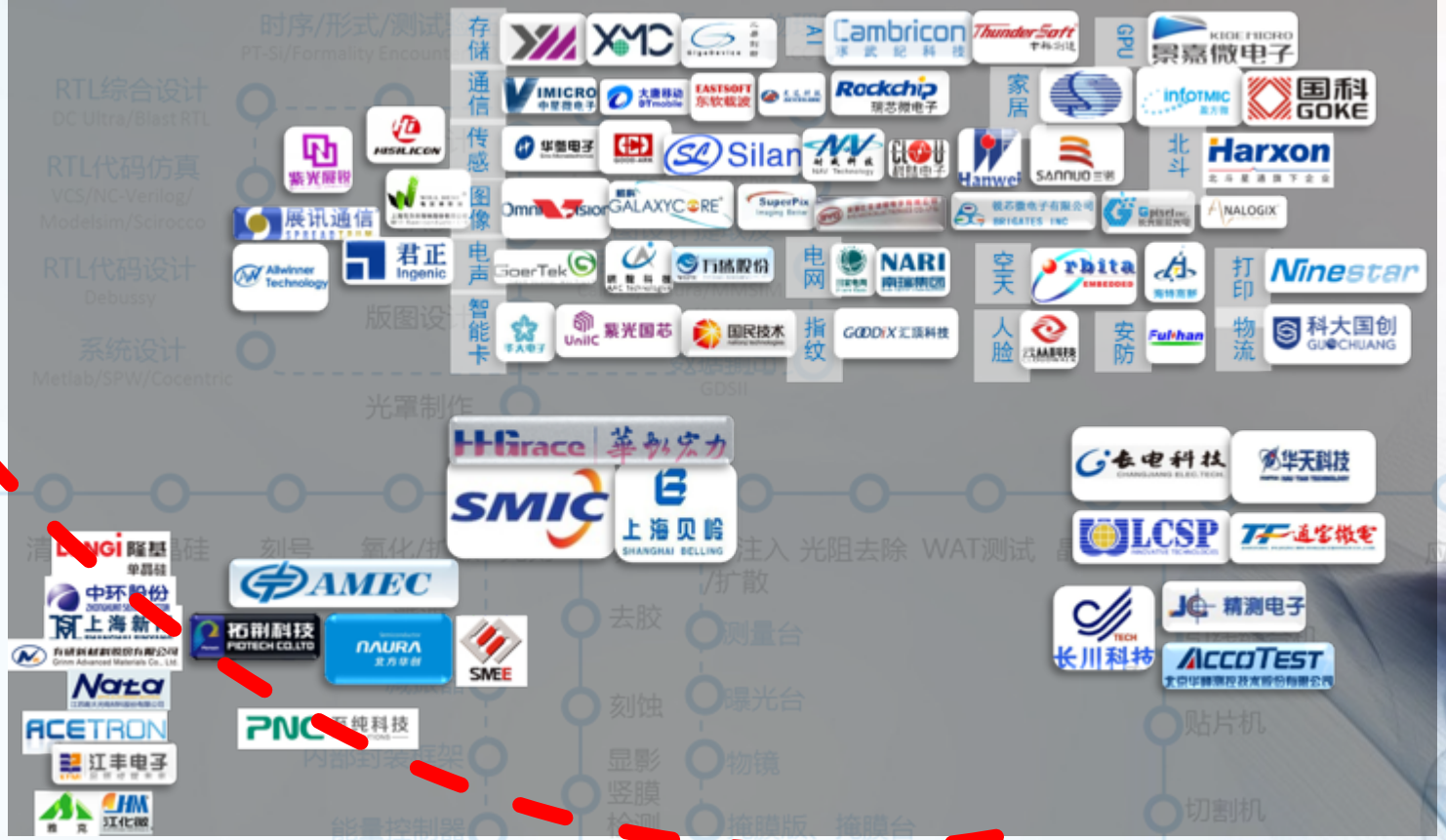
③ 落后世界先进水平2代（5年）

研发投入排名

2017年排名	企业	2017年研发投入（亿美元）	2017年研发投入/销售额占比	2016-2017增长率(%)
1	英特尔	130.98	21.2	3
2	高通	34.50	20.2	-4
3	博通	34.23	19.2	4
4	三星	34.15	5.2	19
5	东芝	26.70	20.0	-7
6	台积电	26.56	8.3	20
7	联发科	18.81	24.0	9
8	镁光	18.02	7.5	8
9	英伟达	17.97	19.1	23
10	SK海力士	17.29	6.5	14
前十家企业总计		359.21	13.0	6

数据来源：IC Insights

时序/形式/测试验证
PT-Si/Formality Encounter / DFT
混合仿真
MMSIM/Nanosim/ADMS
物理布局布线
ICC Encounter
RTL综合设计
DC Ultra/Blast RTL
RTL代码仿真
VCS/NC-Verilog/
Modelsim/Scirocco
RTL代码设计
Debussy
系统设计
Metlab/SPW/Cocentric
逻辑设计
CAD
版图设计
光罩制作
IC物理验证
Assura/Hercules/Calibre
版图设计提取及
后仿真Star-RCXT/
Calibre/Assura/MMSIM
/Nanosim/ADMS
数据输出
GDSII
多晶硅
拉晶
切割
研磨
抛光
清洗
单晶硅
刻号
清洗
氧化/扩散
CVD
溅渡
ALD
光刻
刻蚀
离子注入
/扩散
光阻去除
WAT测试
晶圆点测
封装
测试
应用
减振器
内部封装框架
能量控制器
光束矫正器
激光器
去胶
刻蚀
显影
竖膜
检测
曝光
成底膜
涂胶
软烘
测量台
曝光台
物镜
掩膜版、掩膜台
能量探测器
遮光器
光束形状设置
引线缝合机
贴片机
切割机
减薄机



IP 、高端材料、装备仍受制于进口依赖

美国的统治力

- 生产设备：全球三大AMAT、LAM 和 ASML
- EDA软件：Cadence、Mentor和Synoposys
- 高端芯片：中兴事件暴露众多短板(TI/ADI/Xilinx)
  ADC/DAC（数模转换）、FPGA、高速光通信接口
- 主流芯片架构X86, ARM和RISC-V
- 操作系统：微软Windows，安卓和iOS
- 在全球20大半导体公司中，美国依旧独占八席，
  处于绝对的霸主地位，都是核心关键公司。

中国 VS 整个产业链

- 芯片分为几十个大类，上千个小类。
- 制造芯片，涉及50多个学科、数千道工序
- 包括设计、制造和封装三大环节
- 超长产业链，全球通力合作。
  - 光刻机荷兰ASML一骑绝尘
  - 镜头来自德国蔡司、光源来自美国。
- 制造芯片需要的19种主要材料中
  - 日本有14种位居全球第一，总份额超过60%
  - 全球近七成的硅晶圆产自日本
  - 中国硅晶圆几乎是空白

巨头封锁与追杀

- 半导体行业呈现加速垄断趋势。
  - 1995年，全球七大半导体企业投资占比24%，
  - 2018年，飙升至80%以上。
  - 40年前，有几十家主要设备制造商
  - 现在只剩下不到10家
- 专利战
  - 台积电 vs. 中芯国际
  - AMAT vs. 中微半导体
  - Micron vs. 晋华

融资艰难（周期长，更新快）

- 三星、英特尔、台积电，年投资在百亿美元级别
- 中芯国际年投资不到十分之一
- 设备巨头应用材料、泛林、东京电子
  年研发上投入5—10亿美元
- 中微半导体直到去年，收入才破10亿人民币
- 中国企业营业规模不够大，无法支撑研发，
- 而纯靠市场手段去募集资金的难度又非常大。

中国生态链不完整

- 军用很出彩，民用却卖不出去？问题就在生态链上。
  - 中国民用芯片九成依赖进口
  - 但军用芯片却基本能自给自足，甚至还有出口。
  - 军用市场是一个封闭的小圈子，产品追求稳定性和抗干扰，对性能并不敏感。
- 民用市场
  - 性能为王，技术迭代快
  - 国外产品有先发优势，后来企业很难融入生态链
  - 需要国家战略建立国产生态链，扶持中国芯片企业。

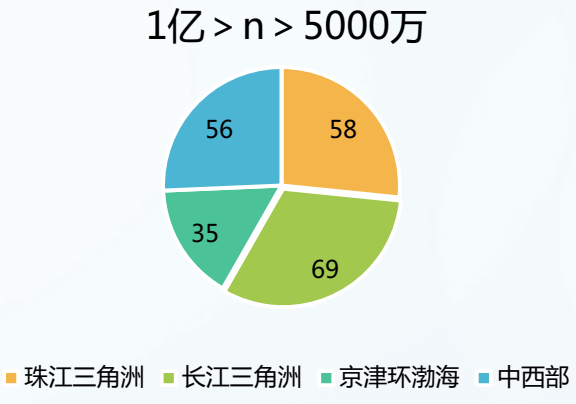
芯片设计企业数量

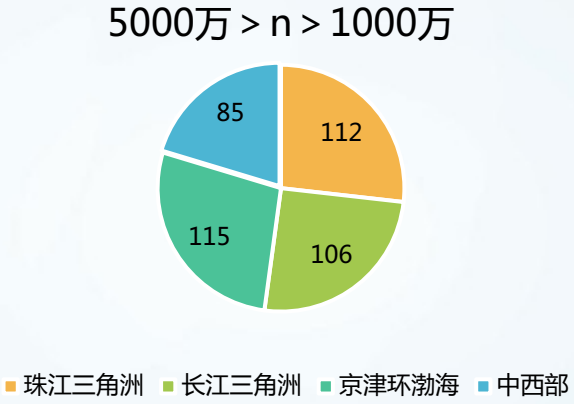
全国共有1780家设计企业，比去年的1698家多了82家，数量增长了4.8%。除了北京、上海、深圳等传统设计企业聚集地外，无锡、杭州、西安、成都、南京、苏州、合肥等城市的设计企业数量都超过100家。

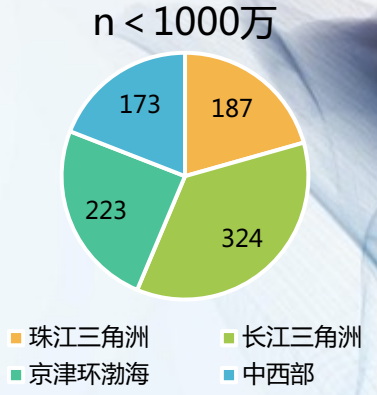
来源于中国半导体行业协会集成电路设计分会

按销售额统计的企业公布情况

	n≥1亿		1亿＞n≥5000万		5000万＞n≥1000万		n＜1000万	
城市	数量	占比	数量	占比	数量	占比	数量	占比
珠江三角洲	45	18.9%	58	26.8%	112	26.8%	187	20.6%
长江三角洲	107	45.0%	69	31.7%	106	25.5%	324	35.7%
京津环渤海	40	16.8%	35	15.9%	115	27.5%	223	24.6%
中西部	46	19.3%	56	25.6%	85	20.3%	172	19.0%
合计	238	13.4%	218	12.2%	417	23.4%	907	51.0%







n代表年销售收入

来源于中国半导体行业协会集成电路设计分会

产品领域分布情况

序号	领域	2018			2019			销售
		企业	比例	销售总额	企业	比例	销售总额	增长
1	通信	307	40.62%	1046.75	403	36.6%	1128.2	7.78%
2	智能卡	71	5.36%	138.14	102	5.6%	172.1	24.58%
3	计算机	109	13.95%	359.41	140	13.6%	420.3	16.94%
4	多媒体	75	7.33%	188.90	55	5.1%	156.3	-17.26%
5	导航	28	0.22%	5.71	41	0.5%	14.7	157.44%
6	模拟	210	5.50%	141.61	102	4.3%	131.2	-7.35%
7	功率	115	3.07%	79.20	89	3.2%	97.8	23.48%
8	消费类	783	23.95%	617.24	847	31.2%	960.3	55.58%
总计		1698		2576.96	1780		3080.9	

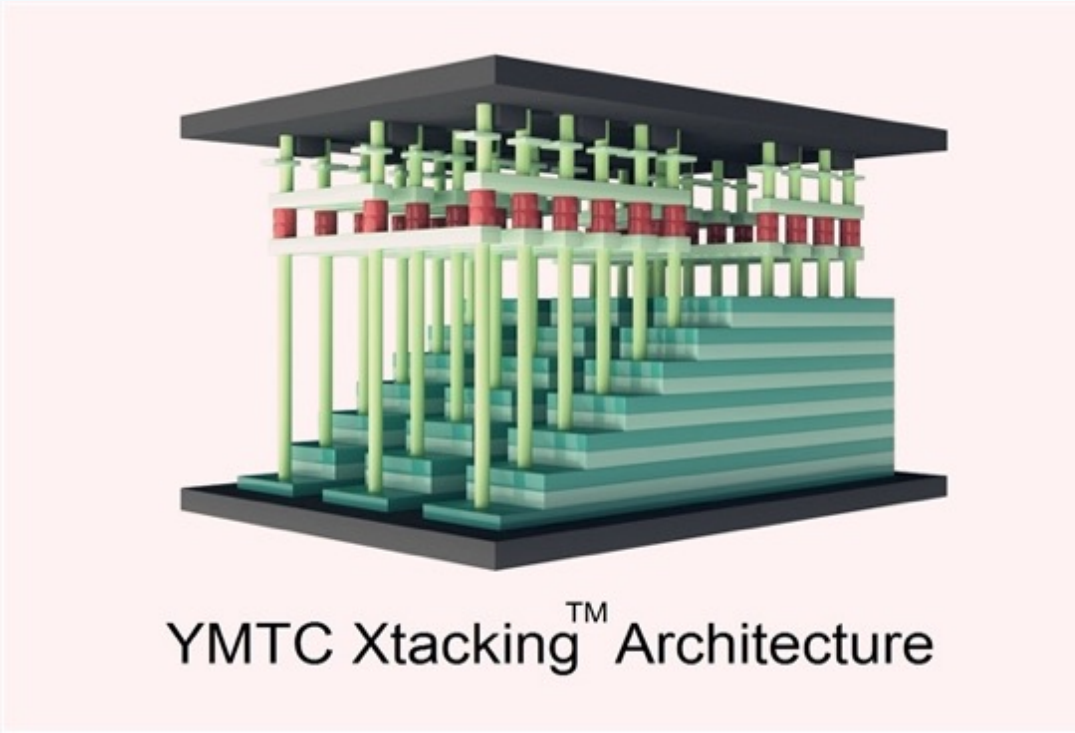
单位：亿元人民币
来源于中国半导体行业协会集成电路设计分会

在通信、智能卡、计算机、导航和消费电子等5个领域，企业数量在增加；多媒体、模拟和功率领域的企业数量在减少。从事通信芯片设计的企业从2018年的307家增加到403家，对应的销售总和提升了7.8%，达到1128.2亿元；智能卡企业从上年的71家增加到102家，销售提升了24.6%，达到172.1亿元；从事计算机芯片设计的企业数量从去年的109家增加到140家，销售提升了16.9%，达到420.3亿元。

太湖之光超级计算机荣获世界第一

申威处理器扬名天下

长江存储首创全新3D NAND架构Xtacking将I/O速度提升到3Gbps



习近平总书记反复强调：

核心技术必须掌握在自己手里！

2018年4月26日于武汉长江存储公司

中国机遇

- 半导体装备
- 半导体材料（原材料和化学品）
- 半导体零部件
- 工业软件（EDA和智能制造软件）
- 芯片设计（5G，物联网，云计算）
- 人工智能与智能制造

总结

- 芯片国产化是大趋势
- 装备，材料，和工业软件是基础
- 芯片设计前景看好（5G，物联网，云计算）
- 芯片的人工智能与智能制造应用是未来发展方向

革命尚未成功，同志仍须努力！

—— 孙中山