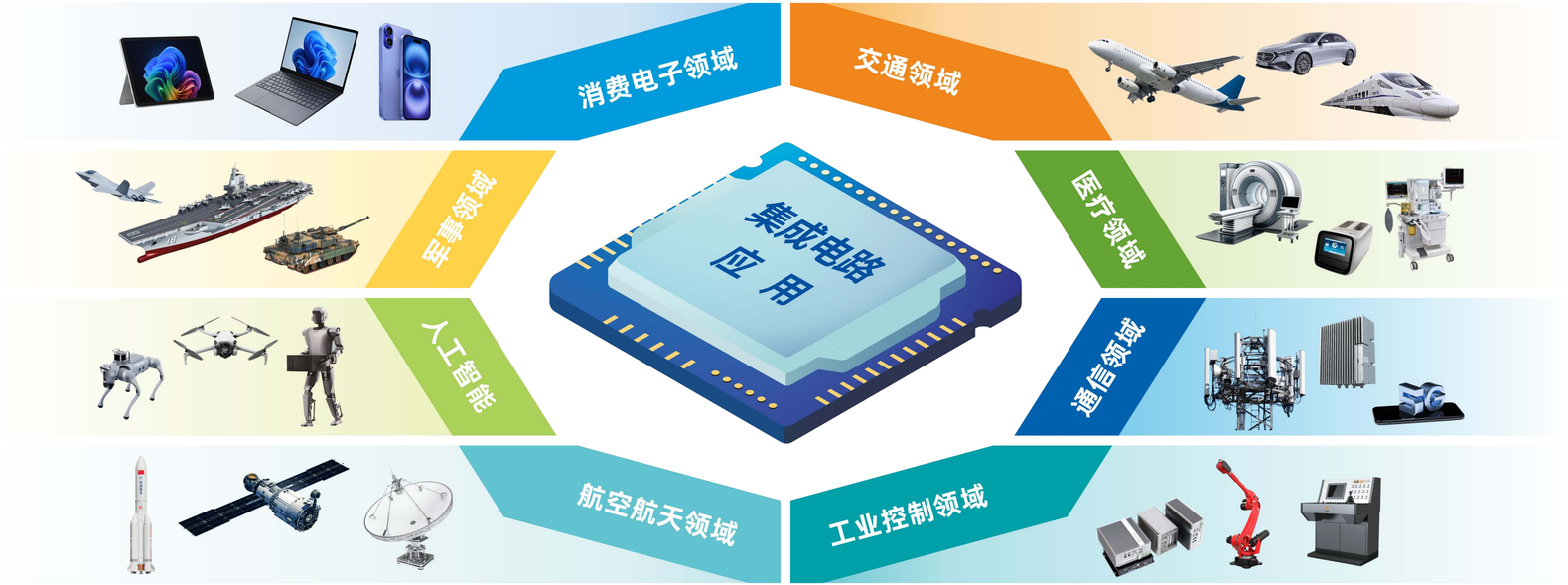

集成电路
应 用
消费电子领域
交通领域
军事领域
医疗领域
人工智能
通信领域
航空航天领域
工业控制领域



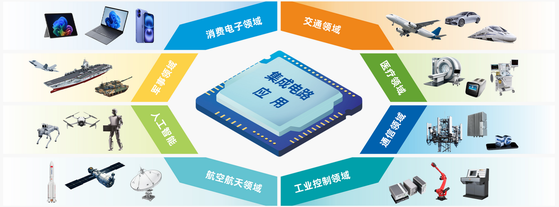
集成电路定义

集成电路（IC）是一种将晶体管、电阻、电容等电子元件通过特定工艺集成在微小硅片上的微型电子器件（电路模块），是现代电子技术的核心载体，融合了材料科学、微纳加工、电路设计等多学科成果，被誉为“工业粮食”。

集成电路特点

电子元件的迷你集合屋

- **1. 特别小：**指甲盖大小的芯片里，可装下数十亿个电子元件；
- **2. 本事大：**一个芯片能顶过去一箱子电子元件的功能，比如手机里一个芯片就管通讯又管计算；
- **3. 很靠谱：**电子元件都“住”在一起，不容易坏，用很久都稳定；
- **4. 超省料：**省电(手机能续航就靠它)，批量做还便宜，让电子产品越来越亲民。





开篇 芯之定义

集成电路定义

集成电路（IC）是一种将晶体管、电阻、电容等电子元件通过特定工艺集成在微小硅片上的微型电子器件（电路模块），是现代电子技术的核心载体，融合了材料科学、微纳加工、电路设计等多学科成果，被誉为“工业粮食”。

集成电路特点

电子元件的迷你集合屋

- 1. 特别小：指甲盖大小的芯片里，可装下数十亿个电子元件；
- 2. 本事大：一个芯片能顶过去一箱子电子元件的功能，比如手机里一个芯片就管通讯又管计算；
- 3. 很靠谱：电子元件都“住”在一起，不容易坏，用很久都稳定；
- 4. 超省料：省电(手机能续航就靠它)，批量做还便宜，让电子产品越来越亲民。

集成电路学院
SCHOOL OF INTEGRATED CIRCUITS

溯源·芯之历程
集成电路的里程碑

集成电路，作为现代电子技术的基石，其发展历程堪称一部波澜壮阔的科技史诗。自20世纪中叶以来，集成电路技术经历了从简单到复杂、从低性能到高性能的飞跃式发展，深刻改变了人类社会的面貌。

国外



国内



集成电路学院
SCHOOL OF INTEGRATED CIRCUITS

溯源·芯之历程

集成电路的里程碑

集成电路，作为现代电子技术的基石，其发展历程堪称一部波澜壮阔的科技史诗。自20世纪中叶以来，集成电路技术经历了从简单到复杂、从低性能到高性能的飞跃式发展，深刻改变了人类社会的面貌。

国外



1949



1958



1959



1971



1980



1993



1996

2000



2004



2018



2020



2022



2022年以后

国内



1949



1965



1968



1970



1988



1995



1996



2004



2014



2019



2020



2024



2025

解密芯之构造

芯片设计过程：创意的起点

需求分析

需求分析是芯片设计的第一步，工程师们需与客户或团队紧密沟通，明确芯片的应用场景和关键性能指标，如处理速度、功耗、封装等。这一步骤至关重要，因为它决定了后续设计的方向和目标。



电路设计与验证环节

电路设计与验证环节，将逻辑设计转化为具体的电路设计，并通过仿真软件进行大量的验证工作，确保电路设计符合预期功能，避免出现问题或错误。



逻辑设计阶段

逻辑设计阶段，工程师使用硬件描述语言（如VHDL或Verilog）来描述芯片功能模型，将需求转换为抽象层面的一样，类似芯片的逻辑结构。



布局设计

布局设计时，工程师根据设计芯片上各个电路元件的位置和连接方式，充分考虑信号传输的效率、芯片的散热和功耗，以实现芯片性能的最优化。



原材料准备：从石英砂到晶圆

硅的提纯与晶体生长

1. 硅是芯片制造的主要原材料，经过一系列复杂的提纯过程，得到纯度99.99%以上的硅。

2. 通过将这些高纯度硅在特定的环境下生长，以获取大型、单一的硅晶体棒单人高纯度硅晶体中，通过控制生长的温度和旋转速率，确保原子在材料上逐渐规则地生长，形成单晶硅。



晶圆的切割与加工

1. 单晶硅棒生长完成后，将其切割成几百微米至后薄片，这些薄片就是晶圆，它们是芯片制造的基础载体。

2. 切割后的晶圆还需要进行研磨，抛光等加工处理，使其表面达到极高的平整度，这一过程是为了确保在光刻过程中光线照射均匀，从而实现电路图案的精确转移。



光刻工艺：微观世界的雕刻艺术

光刻原理和流程

光刻是芯片制造中最关键的工艺之一，原理类似于传统的雕刻技术，区别，光刻是将图形转移至一层光刻胶，光刻胶是一种对紫外线敏感的材料，然后，通过掩膜（上面刻有精细的电路图案）将紫外线照射到光刻胶上，使特定区域的光刻胶发生化学反应，其溶解性发生改变，接着，使用显影液去除不需要的光刻胶，留下与掩膜版对应图的电路图案。



光刻技术的发展与挑战

光刻技术的发展与挑战主要体现在不断追求更小的特征尺寸，以实现更高的集成度和更强大的计算能力。这一过程面临着诸多挑战，其中最显著的是物理极限的逼近。EUV光刻机的出现，为解决这一问题提供了新的可能，但其高昂的成本和复杂的技术要求也给行业带来了巨大压力。



离子注入与掺杂：赋予芯片“灵魂”

离子注入原理与过程

离子注入是通过高能量的离子束将掺杂元素注入到硅片中，以改变硅片特定区域的电学特性，形成N型或P型半导体，具体过程是，首先将掺杂元素离子化，然后通过加速器将离子加速到高能状态，使其能够穿透硅片表面，形成掺杂层。



掺杂对芯片性能的影响

掺杂的浓度和深度对芯片的性能有着至关重要的影响，如果掺杂浓度过高，会导致芯片的漏电增加，功耗上升，同时也会降低芯片的稳定性，影响集成芯片的开关速度和信号传输能力。



芯片制造的后期工序

晶圆测试：筛选优质“种子”

1

晶圆测试是芯片制造中一个至关重要的环节，它旨在对每个芯片进行全面的性能检测和功能测试，以确保只有符合设计标准的芯片才能进入后续的封装和测试环节。通过这项严格的测试，制造商可以及时发现并剔除那些存在缺陷或性能不佳的芯片，从而提高整体产品的可靠性和良率。

芯片封装：为芯片穿上“保护外衣”

2

封装过程是芯片制造中至关重要的一环，它涉及将经过测试的晶圆切割成单个的芯片，并为每个芯片提供物理和电气保护。封装的主要目的是防止芯片受到外部环境的影响，如湿气、灰尘、机械应力等，同时确保芯片能够与外部电路进行可靠的连接。

最终测试与质量控制：严守出厂第一关

3

在完成封装的最后步骤，确认芯片的性能和质量符合要求，并为客户提供可靠的产品。这一过程不仅是对前面所有工序的检验，也是对整个生产流程的一次全面评估，有助于不断改进和优化制造工艺，提高产品的竞争力和市场口碑。







芯片设计过程：创意的起点
需求分析
电路设计与验证环节
逻辑设计阶段
布局设计
原材料准备：从石英砂到晶圆
硅的提纯与晶体生长
晶圆的切割与加工
解密
芯之构造
光刻工艺：微观世界的雕刻艺术
光刻原理和流程
光刻技术的发展与挑战
离子注入与掺杂：量子芯片"灵魂"
离子注入原理与过程
掺杂对芯片性能的影响
芯片制造的后期工序

创新芯之突破

近期，我国芯片领域在人工智能、量子计算、自动驾驶、5G 通信及光刻技术等多个核心领域的关键技术方向，均取得重大突破。

人工智能芯片： 寒武纪思元系列芯片以在智能推理服务器中实现超模化应用，新机器学习任务处理效率提升3至5倍，能力AI技术在金融风险、智能安护等场景深度落地；华为昇腾芯片赋能的智能机器人，运动控制精度达到 0.1毫米级，为工业4.0转型提供核心技术支撑。

量 子 计 算： 北京被色量子科技发布超千光量子计算云服务，该服务支持1000量子比特级算力，实现我国在超千光量子计算领域从“追赶”到“领跑”的跨越，能够高效应用大规模模拟优化等复杂计算问题。

自动驾驶芯片： 地平线征程系列芯片累计出货量已突破280万颗，其在L2+级自动驾驶市场的占有率达30.7%；黑芝麻智能跟身全球第二大车规级高算力SOC（系统级芯片）供应商有约，已正式向卷盘联合交易所（原交所）提交上市申请。

纳米级工艺突破

EUV光刻技术革命

3D封装创新

通信领域

集成电路是通信领域发展的核心驱动力，5G-A借助芯片升级实现速率与功能跃升，6G则在太赫兹芯片等关键领域突破，正加速从研发阶段迈向标准构建。



前 / 沿 / 应 / 用

医疗领域

集成电路赋能医疗升级，AI影像芯片提速CT/MRI诊断，生物传感芯片实时监测血糖，微创芯片精准控能，医用级可靠性保障诊疗安全。



前 / 沿 / 应 / 用

随着制程技术从28nm演进至5nm及以下，晶体管密度呈指数级提升，同时通过FinFET、GAA等三维结构技术解决短沟道效应，实现功耗降低40%以上。



极紫外光刻机采用13.5nm波长光源，配合多重曝光技术，使芯片最小线宽突破7nm物理极限，目前3nm制程良品率已达量产标准。



通过TSV硅通孔、CoWoS等先进封装技术，实现芯片堆叠互联，使得HBM显存与逻辑芯片的垂直集成密度提升8倍，传输延迟降低60%。



汽车领域

集成电路是无人驾驶核心支撑，自动驾驶SoC芯片提供超过200TOPS算力，激光雷达芯片实时处理路况数据，车规级设计保障复杂场景安全决策。



前 / 沿 / 应 / 用

航天领域

集成电路在航空航天应用广泛，朱诺号用抗辐射ASIC测太空粒子，771所符合微系统小尺寸集成多芯片，满足航天器高密度算力与恶劣环境需求。



前 / 沿 / 应 / 用

通信领域

集成电路是通信领域发展的核心驱动力。5G-A增强芯片升级实现速率与功能双升，6G则在太赫兹芯片等关键领域突破，正加速从研发阶段迈向标准构建。



医疗领域

集成电路赋能医疗升级。AI影像芯片提速CT/MRI诊断，生物传感芯片实时监测血糖，微创芯片精准控创。医用级可靠性保障诊疗安全。



纳米级工艺突破

EUV光刻技术革命

3D封装创新

创新芯之突破

近期，我国芯片领域迎来人工智能、量子计算、自动驾驶、5G-通讯及光刻技术等多个核心领域的关键技术之间，均取得重大突破。

人工智能芯片：单点红里光系列芯片以此前被数据服务器中实现视频处处理，被机器学习任务处理效率提升3至5倍，整个AI技术在全国范围，智能监控等各类应用场，芯片技术以从集成电路的角度进入，加速控制精度达到 0.1 毫米级，为工业4.0智能领域点亮关键。

量 子 计 算：北京超导量子物理实验室于近日宣布，其自研的 128 量子比特处理器芯片，实现突破性进展。该芯片基于超导电路，采用“量子”而非“经典”的两级，能够同时处理大量的数据，实现指数级的计算加速。

自动驾驶芯片：地平线征程系列芯片累计出货量已突破2000万套，搭载比亚迪汉EV、理想L9等超过50款车型，其中高阶智能驾驶芯片占比超过35%。其子公司地平线机器人也发布了面向L4级自动驾驶的“地平线征程6”芯片，单颗算力达到 560 TOPS，已于近日开始向客户交付第一批样片。

随着制程技术从28nm演进至5nm及以下，晶体管密度呈指数级提升，同时通过FinFET、GAA等三维结构技术解决短沟道效应，实现功耗降低40%以上。



极紫外光刻机采用13.5nm波长光源，配合多重曝光技术，使芯片最小线宽突破7nm物理极限，目前3nm制程良品率已达量产标准。



通过TSV硅通孔、CoWoS等先进封装技术，实现芯片堆叠互联，使得HBM显存与逻辑芯片的垂直集成密度提升8倍，传输延迟降低60%。



汽车领域

集成电路是汽车智能核心支撑，自动驾驶SoC芯片提供超过200TOPS算力，激光雷达芯片实时处理路况数据，车规级设计保障更余场景安全冗量。



航天领域

集成电路在航空航天应用广泛，各级号相机辅助ASIC提供定制子，77l将符合级高成小尺寸集成多芯片，满足航天器高密度算力与苛刻环境需求。

集成电路设计

微电子工艺

半导体器件测试

驱动芯之实践

集成电路实验中心

集成电路设计


集成电路设计与仿真实验室
微电子总线结构与实验实验室
IC 仿真版本室

微电子工艺


集成电路封装实验室
集成电路综合测试实验室
高分辨率电流线性检测设备
滑封 / 密封机
球控一体多功能键合机
全自动点胶机

半导体器件测试


大样测试实验室
集成电路综合测试实验室
超级高温度检测箱
多功能微弹点强度测试机
超高分辨率金相显微镜
电磁兼容测试设备

集成电路设计

微电子工艺

半导体器件测试

驱动
芯之实践
集成电路实验中心





