



# Lec1 集成电路EDA概述

---

程思璐

**E-mail: [silu.cheng@tju.edu.cn](mailto:silu.cheng@tju.edu.cn)**

微电子学院

**2019.3**



# Definition of IC Design

---

- 设计的基本过程（举例）
  - 功能设计及仿真
  - 逻辑和电路设计及仿真
  - 版图设计仿真
- 集成电路设计的最终输出是掩膜版图（**GDS**），通过制版和工艺流片可以得到所需的集成电路。
- 设计与制备之间的接口：版图（**GDS**）



# Reference

---

- 1、贝克（Bader, R.J.）著，刘艳艳等译，CMOS电路设计、布局与仿真，人民邮电出版社，2008.4 (1-5章)
- 2、Louis Scheffer, Luciano Lavagno, and Grant Martin, EDA for IC system design, verification and testing, by Taylor & Francis Group, 2006
- 3、Louis Scheffer, Luciano Lavagno, and Grant Martin, EDA for IC Implementation Circuit Design and Process Technology, Taylor & Francis Group 2006.
- 4、韩雁，洪慧，马绍宇，霍明旭，集成电路设计制造中EDA工具实用教程，浙江大学出版社 2007 年8月。
- 5、王志功，集成电路设计与九天EDA工具应用 东南大学出版社 2004年08月。
- 6、韩威，徐火生，方湘艳，EDA与集成电路工程设计，科学出版社 2009.10



# Grading

---

- Written Examination: 80%
- Assignments/Class Attendance: 20%



# Content

---

- Development of IC Design Technology
- Research Direction and Product Category of Modern Integrated Circuit Design



## Development of IC Design Technology

---

- 1960s-1970s

- >5 $\mu\text{m}$ ,版图设计采用手工设计方法。

- 1970s-1980s

- 3~5 $\mu\text{m}$ ,第一代ICCAD技术以版图输入、设计检查为主要特点

- Mid-1980s

- 1.5~3 $\mu\text{m}$ , 推动了半定制设计方法的出现, IC CAD不再仅以版图设计为主, 而逐步转向设计分析、设计验证和可制造性。

- 设计技术以网表输入、仿真、验证、自动布局布线和单元电路库为主要特点, 从此开创了专用集成电路(ASIC)设计的时代。



## Development of IC Design Technology

---

- 1980s-1990s

<1 $\mu$ m, CMOS 的可编程设计方法的出现, 推动了以FPGA为ASIC原型的设计, 缩短了设计验证的周期。

设计技术以自顶向下的系统设计为主要特征, 以高层次行为描述、行为仿真、综合、优化为设计模式, 从系统级验证设计正确性。

**Top-down**



## Development of IC Design Technology

---

- Mid-1990s

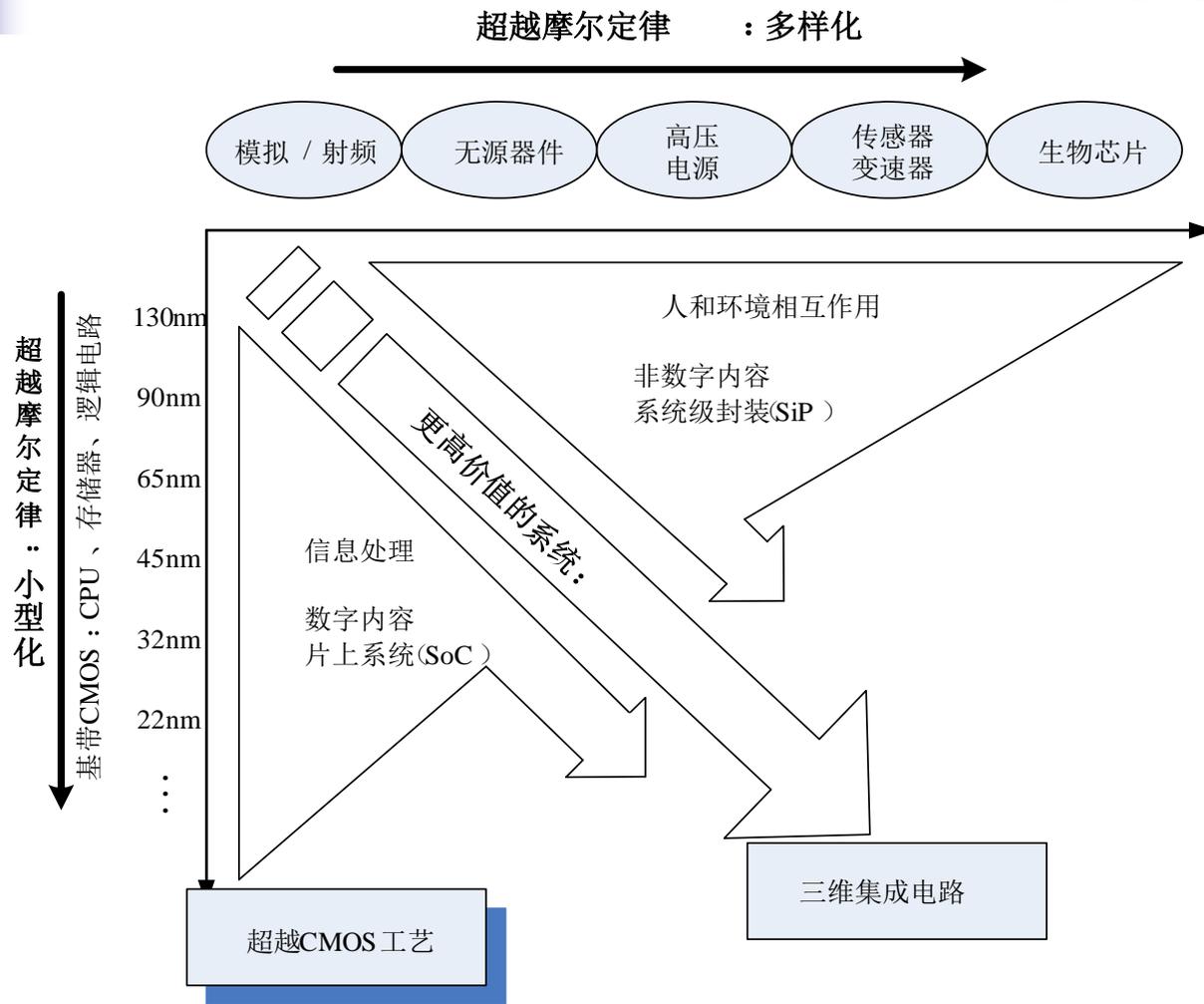
### 0.35 $\mu\text{m}$ (Deep Submicron technology )

第五代设计技术，即以IP核为核心技术的单片集成系统(SoC)的设计方法。

主要特点是：注重编程和软件的固化，以互连线作业问题为核心，用算法开发和数据流与控制流的方式描述系统，在虚拟的原形设计环境中验证系统并实现系统集成，将设计和测试融为一体。

# Research Direction of Modern Integrated Circuit Design

## More than MOORE



## Miniaturization

- Gate Oxide Leakage

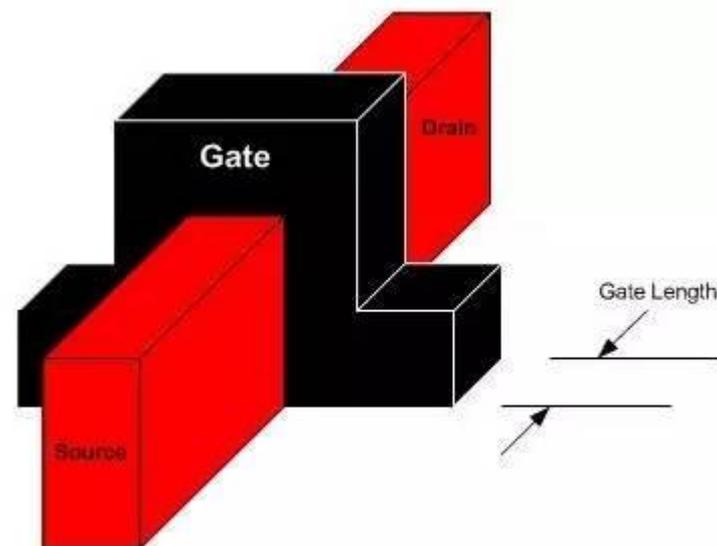
SiO<sub>2</sub>—High dielectric: 铪(Hafnium)

In 2007, Intel launched a 45nm chip, w by more than 90% compared with the previous generation technology.

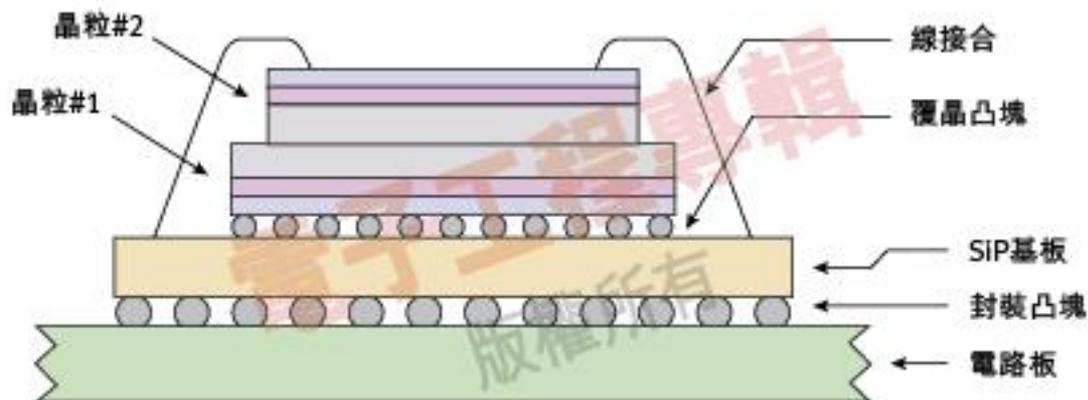
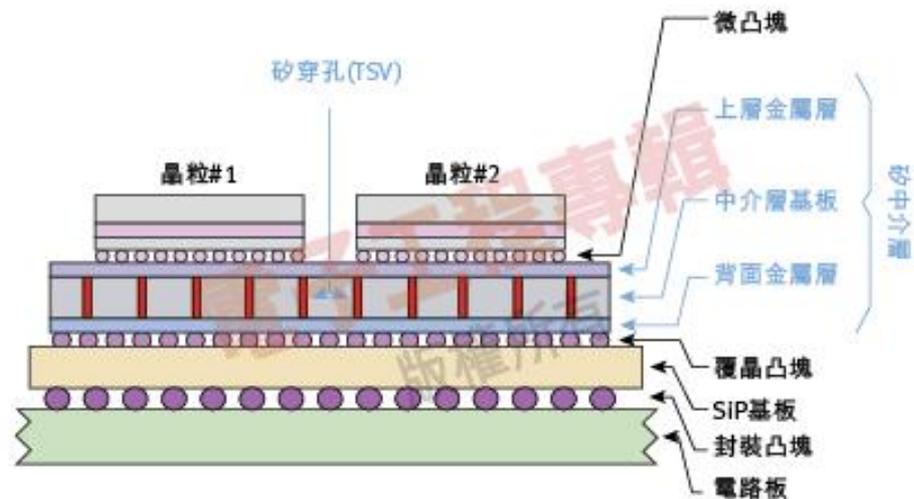
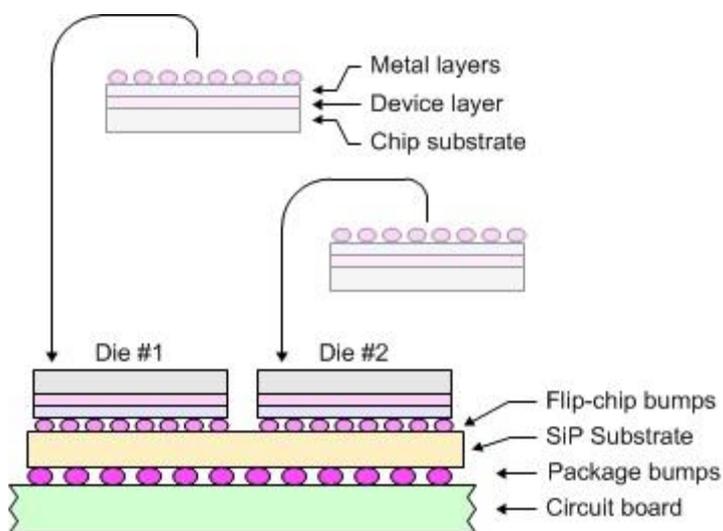
- Short Channel Effect

FinFET is a transistor enclosed by a gate on three sides, so that any channel of the source and drain poles will not be too far from the gate.

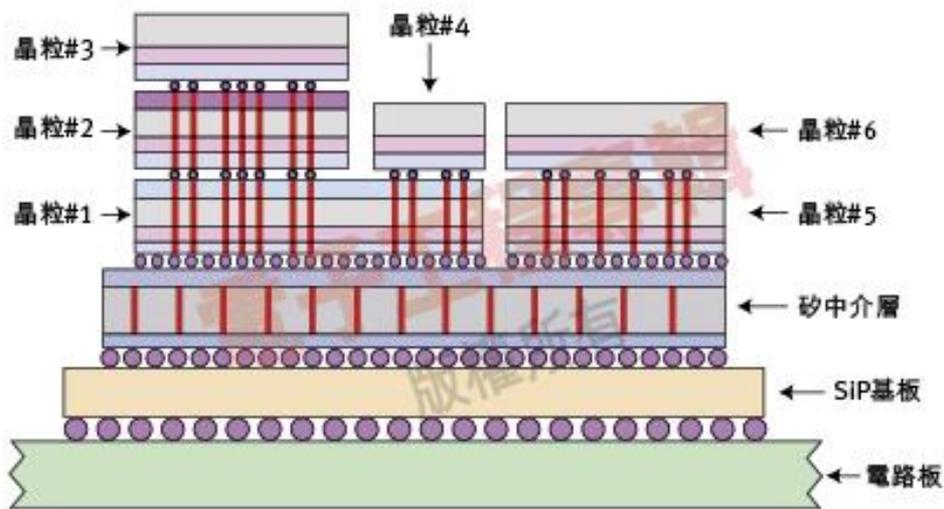
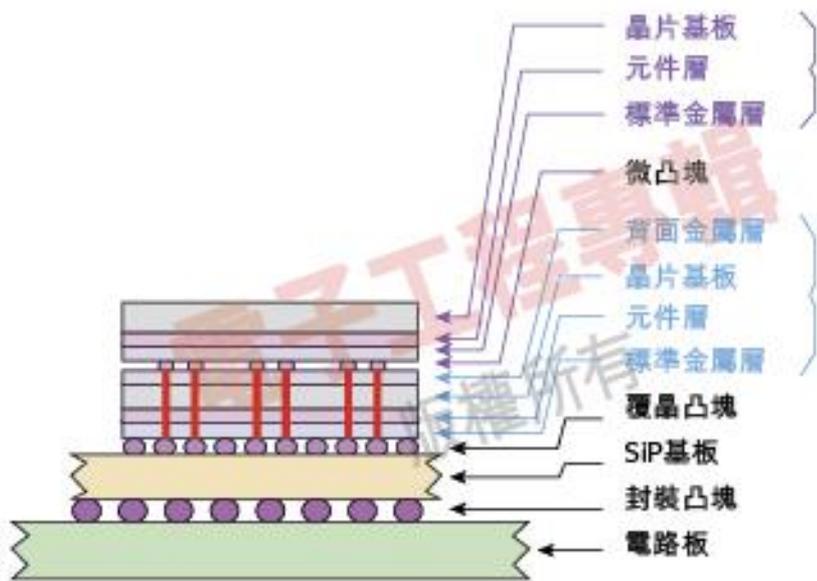
In 2011, Intel first used FinFET technology on 22nm chips.



# Three-dimensional Integrated Circuit



# Three-dimensional Integrated Circuit





# Research Direction of Modern Integrated Circuit Design

---

- 低功耗设计

- 低功耗体系结构，如SOC、NOC

- 低功耗通信或总线方式，如GALS、全局异步

- 低功耗电路单元结构，如低摆幅电路、自偏置电路

- 标准集成器件的低功耗应用，如准浮栅、衬底驱动

- 低电源电压设计方法，1.8V/1.5V/1.2V/0.9V/0.5V

# Research Direction of Modern Integrated Circuit Design

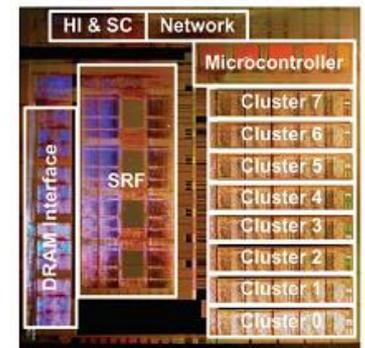
- 高集成度设计

- 高集成度的系统结构，如SOC、NOC

- 系统集成，如集成模拟前端RF电路、集成化传感器

- 嵌入式IP核，具有可复用性和可移植性等特性

- 基于IP核的SOC设计方法学

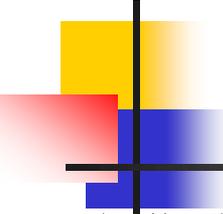




# Research Direction of Modern Integrated Circuit Design

---

- 强计算能力
  - 多处理器计算结构，如NOC
  - DSP+MPU的设计架构
  - FFT变换处理器



## Product Category of Modern Integrated Circuit Design

---

- 消费电子应用的集成电路

- MP3/MP4等音视频编解码器

- CPU + DSP + Interface => SoC

- FLASH\_ROM、DAC、Power Management

- HDTV的视频处理器

- 消费类电源管理集成电路

- LDO、AC/DC、DC/DC

- MPEG的视频处理器

- USB、HDMI等接口控制器

- 8位/16位微控制器，如面向小家电应用的MCU

- 手机终端的信号处理器



# Product Category of Modern Integrated Circuit Design

---

- 通信及雷达应用集成电路
  - DDS处理器
  - 高速A/D转换器和D/A转换器
  - 无线局域网基带处理器
  - 高速DSP
  - 高可靠性微处理器



# 数字集成电路

---

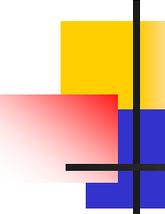
- 微处理器：（CPU，MCU）
- 数字信号处理器（DSP）
- 专用视频处理芯片（视频格式转换芯片）
- 专用音频处理芯片



# 模拟集成电路

---

- 模数/数模转换(AD/DA)
- 电源管理芯片
- 锁相环 (PLL)
- 各种放大器, 比较器, 电源基准芯片

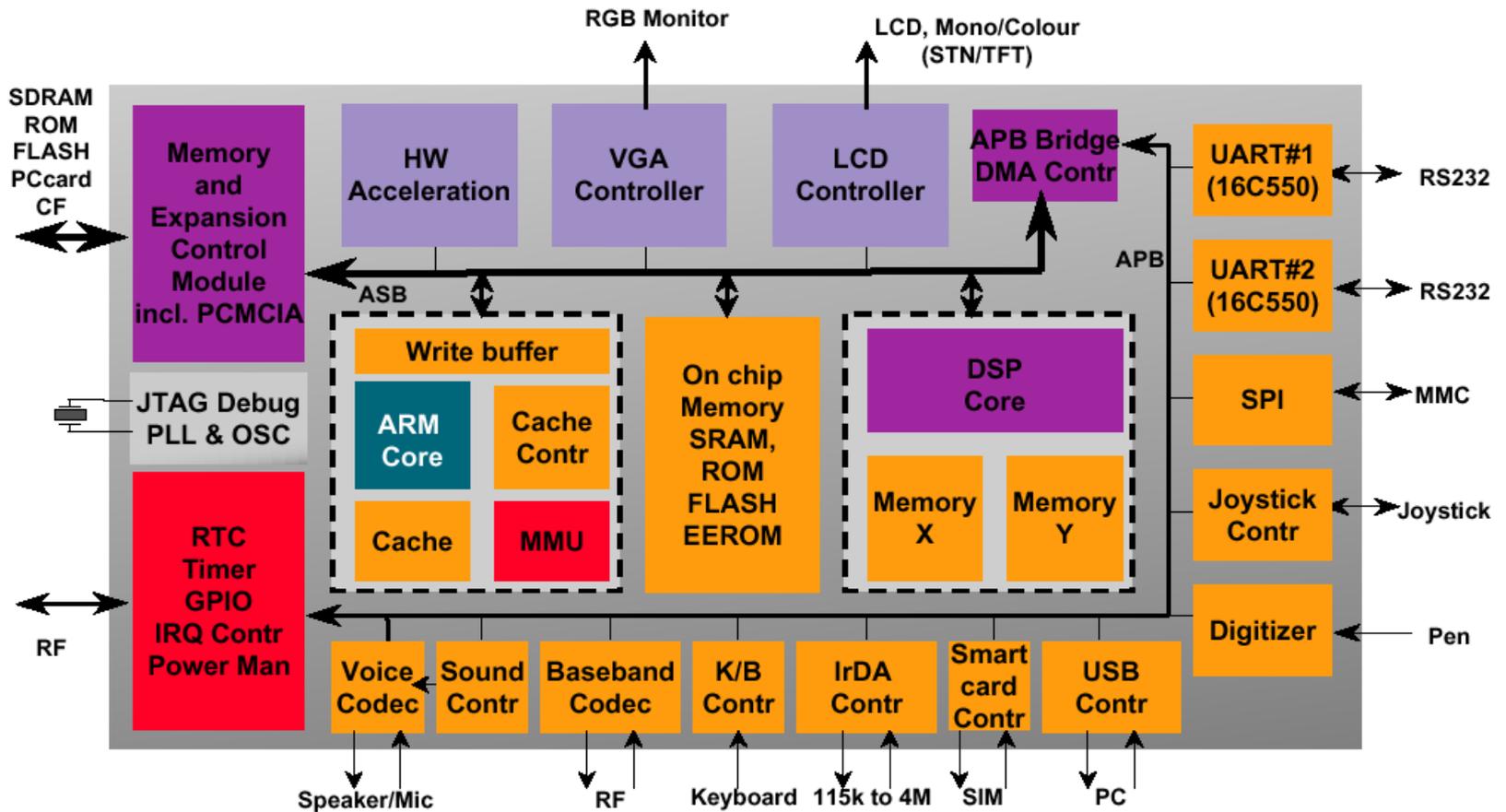


## 系统级芯片 (SoC)

---

- 90年代，将完整计算机所有功能块一次直接集成于一颗硅片上，初始叫SoC。
- 公认的SOC特点：
  - 由可设计重用的IP核组成
  - IP核应采用深亚微米以上工艺技术
  - 有多个MPU、DSP、MCU或其复合的IP核及存储模块。

# Example: System-on-a-Chip





## IC EDA Design System

---

- EDA: Electronic Design Automation

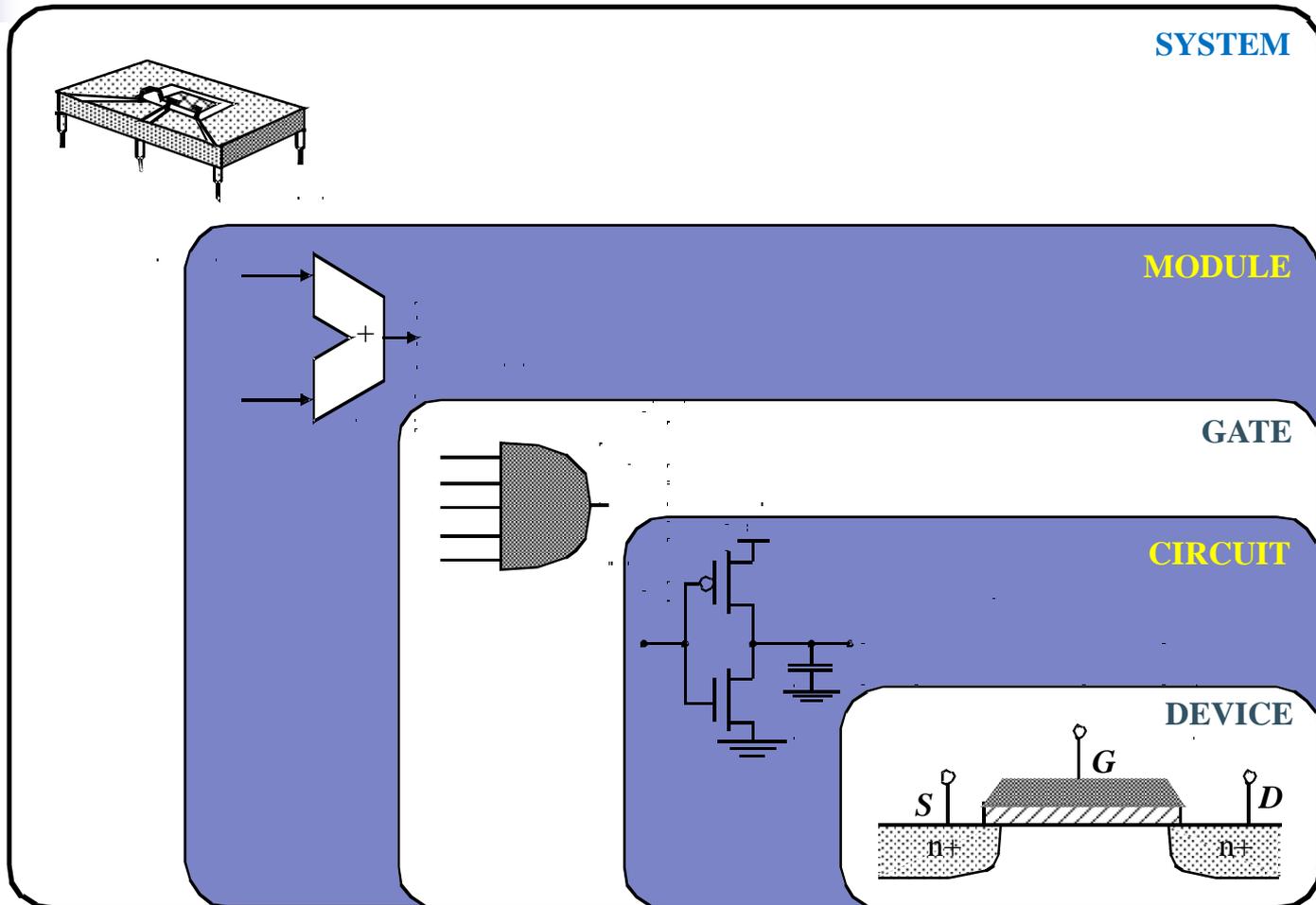
指在设计者控制下，计算机能根据集成电路的设计指标要求，自动完成电路设计和版图设计任务，称之为**电子设计自动化**。

行为领域：描述一个设计的基本功能；

结构领域：描述一个设计的逻辑结构，即描述设计的抽象实现；

物理领域：描述一个设计的物理实现，即把结构领域的抽象元件代之以真正的物理元件；

# IC EDA Design System--Design Abstraction Levels





## Development of IC EDA Design System

---

IC: Discrete device=> VLSI  
=> SoC

Design System: Manual=> CAD  
=> EDA

Design Domain: Physics=> Structure  
=> Behavior

**=> Combination of various domains**