

中国科学院微电子研究所博士研究生入学考试

《半导体器件及集成电路》考试大纲

一、考试科目基本要求及适用范围

本考试大纲适用于中国科学院微电子研究所“微电子学与固体电子学”和“电子与信息”领域的博士研究生入学考试。半导体器件与集成电路是微电子学与固体电子学、电子工程、半导体器件与物理、集成电路工程等诸多学科的基础理论课程。要求考生熟悉半导体器件的基本原理，掌握集成电路的基本工艺流程和集成方法，并实现灵活应用。

二、考试形式和试卷结构

考试采取闭卷笔试形式，考试时间 180 分钟，总分 100 分。试卷结构为：基础必答题占 60%，如：概念题、简答题，计算推理题等；综合分析题占 40%，设置为灵活题型，报考学生可自主选做。

三、考试内容和要求

（一）半导体器件基本概念与基本构件

1、p-n 结

- 1) 熟悉 p-n 结，耗尽区，载流子漂移、扩散，异质结等基本概念；
- 2) 掌握 p-n 结电流电压特性；
- 3) 掌握 p-n 结击穿类型，了解不同击穿机制的机理差异。

2、金属半导体接触

- 1) 熟悉金属-半导体接触的概念与类型，掌握界面态、接触电势差、功函数等基本物理概念；
- 2) 理解镜像力、费米能级钉扎效应；
- 3) 理解金半接触电流输运过程（热电子发射，隧穿，复合，电子的扩散，空穴的扩散）；
- 4) 掌握欧姆接触定义及形成策略。

3、MIS 结构

- 1) 熟悉 MIS 结构的高频/低频 C-V 曲线特性，理解积累、耗尽、平带、反型状态的含义；
- 2) 熟悉硅 MOS 电容的介质陷阱类型，掌握 MOS 电容界面陷阱和氧化物电荷陷阱的类型和特点。

（二）半导体器件原理与应用

1、双极型器件

- 1) 掌握双极型器件的基本结构；
- 2) 理解双极型器件工作原理与应用，掌握静态 I-V 特性；

2、MOSFET 及相关器件

- 1) 掌握 MOSFET 定义、结构、工作原理；
- 2) 掌握迁移率、阈值电压、等比例缩小、DIBL、热载流子效应等基本概念；
- 3) 掌握 MOSFET 器件的电流-电压特性，掌握计算方法；
- 4) 理解 MOSFET 器件特性随温度、衬底偏置等因素的变化规律，掌握 MOS 器件的各种寄生特性；
- 5) 理解现代 MOS 器件的缩减原理与方式，深入理解短沟道效应，掌握短沟道器件与长沟道器件的特性差异；
- 6) 了解 SRAM、DRAM、Flash 等存储器件的基本结构、工作原理；
- 7) 了解现代纳米级 MOS 器件的特点与发展方向，包括结构变化、技术进化、器件原理等；了解新结构 MOS 器件的引入原理与结构特点，分析 SOI 与多栅器件的缩减优势，立体多栅器件的设计原则与方法，体硅 FinFET、ET-SOI 器件特点

3、半导体功率器件

- 1) 理解双极型功率晶体管的工作原理与静态特性，了解高频小信号、大信号特性；
- 2) 了解功率 BJT 器件结构，输出特性与安全工作区，开关特性及功率损耗；
- 3) 了解晶闸管，IGBT 器件结构和制造工艺，了解中子嬗变掺杂，表面钝化，结终端保护，超结晶体管的概念；
- 4) 了解宽禁带半导体器件的特点，了解其材料优值与制造技术，了解第三代半导体 SiC、GaN 电力电子器件的最新发展与应用现状

4、化合物半导体器件

- 1) 熟悉化合物半导体晶格与能带结构，量子效应异质结构，迁移率与载流子散射，理解调制掺杂，异质 PN 结特性；
- 2) 理解 HEMT 和 HBT 器件的结构、工作原理和优势，了解器件特性、模型，高频与噪声特性；

5、光学器件

- 1) 理解半导体发光二极管原理，了解外延生长及能带工程，了解半导体激光器原理及种类；

- 2) 熟悉光电探测器的种类、原理及应用;
- 3) 熟悉太阳能电池原理及未来发展; 了解太阳能电池的设计与实现;

(三) 集成电路工艺

1、熟悉各基本工艺环节, 如氧化与扩散工艺、离子注入工艺、光刻工艺、刻蚀工艺、薄膜生长工艺、后道互连工艺的概念、用途, 不同实现方式(技术门类), 发展现状以及发展趋势;

2、CMOS 工艺集成技术

- 1) 熟悉 MOS 集成关键工艺模块, 包括器件隔离、栅工程、沟道工程、自对准硅化物、欧姆接触等关键技术模块的基本方式与原理;
- 2) 掌握 MOS 集成工艺, 包括 NMOS、CMOS 集成电路工艺的基本流程, 发展历程, 关键技术变化等, 理解热载流子、闩锁效应及工艺改进方法, 了解电容、电阻、电感器件的集成方法;
- 3) 熟悉先进 CMOS 技术, 如现代 CMOS 工艺中沟道应变、高 K 金属栅等新型关键工艺技术;

3、理解微电子封装的基本功能、定义, 了解封装技术的最新发展。

四、指定参考书及出版社:

1. 《半导体器件物理》, 施敏著, 西安交通大学出版社, 2008 年 6 月第三版。
2. 《半导体制造技术》, (美) Quirk, M., Serda, J. 著, 韩郑生等译, 电子工业出版社, 2009 年 7 月。
3. 《微纳尺度制造工程》, 坎贝尔著, 电子工业出版社, 2011 年第三版。(第 1-16 章)

编制单位: 中国科学院微电子研究所

编制日期: 2014 年 1 月 23 日