

《半导体物理》

课程教学大纲

一、课程基本信息

课程类型	总学时为学时数	<input checked="" type="checkbox"/> 理论课（含上机、实验学时）			
	总学时为周数	<input type="checkbox"/> 实习 <input type="checkbox"/> 课程设计 <input type="checkbox"/> 毕业设计			
课程编码	7005321	总学时	48	学分	3
课程名称	半导体物理				
课程英文名称	Semiconductor Physics				
适用专业	微电子科学与工程专业				
先修课程	(7016201) 《大学物理》、 (7238821) 《微电子物理基础》				
开课部门	信息学院电子工程系（微电子）				

二、课程性质与目标

本课程为微电子科学与工程专业必修课。本课程为学生集成电路设计与制造相关工作奠定理论基础，目的是让学生熟悉量子理论和半导体材料性质，掌握半导体材料中物理性质，了解半导体在集成电路中的应用，培养学生理论推导能力。

课程目标 1：学生通过对半导体晶体结构和能带理论，半导体中电子状态、杂质能级及载流子的输运理论等的学习，掌握半导体 P-N 结、金-半接触和半导体表面性质等基本知识，培养学生并能应用它们解决后继专业课基本理论问题和今后工作遇到的实际问题。

课程目标 2：学生应能通过课程学习，使学生掌握对微电子科学与工程领域的半导体物理的近似分析方法，包括对近自由电子模型、类氢模型、耗尽层近似、玻尔兹曼近似等分析方法。

课程思政目标：《半导体物理》课程是微电子专业的基础理论课，理论课程本身会容易让学生感到枯燥乏味，看不到摸不着，凭想象去感受其物理性质毕竟是件难事。因此，通过课程思政让教师在教的过程中融入更多的先进工艺，结合更多的前沿科技，了解我国在集成电路产业落后于国外先进技术的结症就是缺少人才。这些对课程的学习是起到推动作用的。

三、课程教学基本内容与要求

第一章 半导体中的电子状态

（一）基本要求

- 1、掌握：电子状态和能带，有效质量和导电机构
- 2、理解：电子和空穴的概念
- 3、了解：晶体结构，硅和锗的能带结构

(二) 教学及考核内容

- 1.1 半导体的晶体结构和材料特性
- 1.2 半导体中的电子状态和能带
- 1.3 半导体中电子的运动 有效质量
- 1.4 本征半导体的导电机构

第二章 半导体中杂质和缺陷能级

(一) 基本要求

- 1、掌握：硅、锗晶体中的杂质能级，III-V族化合物中的杂质能级
- 2、理解：p型、n型半导体的形成原理
- 3、了解：缺陷、位错能级

(二) 教学及考核内容

- 2.1 硅、锗晶体中的杂质能级
- 2.2 III-V族化合物中的杂质能级
- 2.3 缺陷、位错能级

第三章 半导体中载流子的统计分布

(一) 基本要求

- 1、掌握：本征半导体，杂质半导体载流子浓度的计算
- 2、理解：费米能级和载流子的统计分布；杂质半导体的载流子浓度
- 3、了解：状态密度，简并半导体

(二) 教学及考核内容

- 3.1 状态密度
- 3.2 费米能级和载流子的统计分布
- 3.3 本征半导体的载流子浓度

第四章 半导体的导电性

(一) 基本要求

- 1、掌握：载流子的漂移运动，迁移率，载流子的散射
- 2、理解：迁移率与杂质浓度和温度的关系,电阻率与杂质浓度和温度的关系
- 3、了解：电导率与迁移率的关系

(二) 教学及考核内容

- 4.1 载流子的漂移运动和迁移率
- 4.2 载流子的散射
- 4.3 迁移率与杂质浓度和温度的关系
- 4.4 电阻率及其杂质浓度和温度的关系

第五章 非平衡载流子

(一) 基本要求

- 1、掌握：非平衡载流子复合率的计算；掌握连续性方程在实际器件中的运用
- 2、理解：准费米能级的含义
- 3、了解：非平衡载流子的产生、复合及动态过程，非平衡载流子寿命的意义

(二) 教学及考核内容

- 5.1 非平衡载流子的注入与复合
- 5.2 非平衡载流子的寿命
- 5.3 准费米能级
- 5.4 复合理论
- 5.5 载流子的扩散运动
- 5.6 载流子的漂移运动，爱因斯坦关系式
- 5.7 连续性方程式

第六章 pn 结

(一) 基本要求

- 1、掌握：p-n 结接触电势差和载流子分布的计算；p-n 结的电流电压特性
- 2、理解：p-n 结空间电荷区的建立；p-n 齐纳击穿和雪崩击穿
- 3、了解：p-n 结及其能带图；p-n 电容；p-n 结的击穿

(二) 教学及考核内容

- 6.1 pn 结的制造及其能带图
- 6.2 平衡态下的 pn 结电流电压特性
- 6.3 非平衡态下的 pn 结
- 6.4 pn 结击穿
- 6.5 pn 结电容

四、 课程学时分配

教学内容	讲授
第一章 半导体中的电子状态	8
第二章 半导体中杂质和缺陷能级	4
第三章 半导体中载流子的统计分布	10
第四章 半导体的导电性	4
第五章 非平衡载流子	10
第六章 pn 结	8
合计	48

五、 教学设计与教学组织

(1) 课堂讲授

教学过程中，教师应以建立物理模型、基本概念来形成知识体系为基础，指出每个章节知识点的内涵和外延，并着重解决重点和难点问题。课堂上注重引导学生互动，调动学生学习的主动性，活跃课堂气氛。重点突出，培养学生发现问题和分析问题的能力。对教学媒体的运用密切结合课程知识点的特点加以选择。

(2) 指导自学

鉴于学时数限制，同时为了培养学生的自主学习和终身学习能力。对部分课

程内容提出自学要求，并指导自学。自学内容主要是将教材读懂，读透。同时也包括需要查阅文献获得的知识，还包括延展性的知识点(晶体结构、光子体系等)。

通过课程学习，学生达到掌握集成电路基础理论，具备逻辑推导的能力。

六、 教材与参考资料

1. 教材

教材：刘恩科、朱秉升等编，《半导体物理学（第7版）》，电子工业出版社，2008

2. 参考资料

(1) (美)尼曼著，《半导体物理与器件(第三版)》，电子工业出版社, 2005

七、 课程考核方式与成绩评定标准

课程成绩由平时成绩和期末考试成绩组成，期末考试为闭卷笔试，以百分制计算。

平时成绩 40%（其中出勤测验成绩占 40%，作业成绩占 60%），期末考试成绩占 60%。

八、 大纲制(修)订说明

无

大纲执笔人：张静

大纲审核人：张晓波

开课系主任：张静

开课学院教学副院长：宋威

制（修）订日期：2022年2月