

微电子与纳电子学系

00260011 晶体管的发明和信息时代的诞生 1 学分 16 学时

The Invention of Transistors and the Birth of Information Age

晶体管的发明,是二十世纪最重要的科技进步。晶体管及以晶体管核心的集成电路是现代信息社会的基础,对社会的进步起着无以伦比的作用。晶体管的发明,源于 19 世纪末 20 世纪初物理学、电子学以及相关技术科学的迅速成熟。晶体管的发明造就了一大批物理学家、工程师。晶体管的发明,也随之产生了许多著名的研究机构与重要的公司,如贝尔实验室、仙童公司、Intel 等都与晶体管的发明密切相关。“以铜为鉴,可正衣冠;以古为鉴,可知兴替;以人为鉴,可明得失”。晶体管发明作为现代科技史上的重大事件发生过鲜为人知的重要经验和教训,涉及科研管理、人才和科学方法等诸多方面,可以从成功和失败两个方面为后人提供十分重要的借鉴与启示。本课程试图从晶体管的发明到信息社会的诞生,探讨技术革命和创新的方向,为大学低年级学生将来从事科学研究建立正确的思想观。所讨论的课题包括,科学预见和准确选题的重要性、科学研究的方法、放手研究的政策、知人善任和合理配备专业人才等。

00260051 固体量子计算器件简介 1 学分 16 学时

Introduction to solid-state quantum computing devices

作为量子力学和信息学的交叉,量子信息学是最近二十多年迅速发展起来的新兴学科,量子信息处理技术能够完成许多经典信息技术无法实现的任务。比如,一旦基于量子信息学的量子计算机得以实现,其在几分钟内就可解决数字计算机几千年才能解决的问题,那么用它就可及时地破解基于某些数学问题复杂性假定之上的传统保密通信的密钥,从而对建立于经典保密系统行业的信息安全构成根本性的威胁。这种新兴技术的实现可以直接地应用于国防,政治,经济和日常生活。本课程在此大的学术背景下展开,主要介绍最有希望成为量子比特的固体量子相干器件的基本原理和目前的研究状况,以及如何用这些器件实现量子计算。

00260061 量子信息处理的超导实现 1 学分 16 学时

Quantum information process and its implementation with superconducting devices

基于半导体集成电路的经典信息处理技术已渗透到我们生活的各个方面,信息处理器件,例如个人电脑和手机,为我们生活质量的提高提供了强有力的技术支持。但是经典信息处理技术的继续发展面临着技术上的瓶颈,其性能很难在现有技术路线上继续提高。一种新型的完全基于量子力学原理的量子信息处理技术,有望提高信息处理的效率并解决一些经典信息处理技术无法解决的问题。量子信息处理技术的成功实施,将为我们提供绝对保密的量子通信技术和高效的量子计算机。本课程将学习量子信息处理的基本原理;超导材料的基本特性以及利用超导器件实现量子信息处理的原理与方法。通过文献调研和小组讨论等方式了解利用超导器件实现量子信息处理的最新进展和面临的挑战,探讨可能的解决方案。

00260071 智能传感在社会生活中的应用 1 学分 16 学时

Smart Sensing in Social Activities

智能传感已经深入到社会生活的每个领域,深刻地影响着我们的社会组织方式和行为方式。本课程采用视频、图片等多媒体方式,以活泼生动的方式,向具有不同专业背景的学生深入浅出地讲述智能传感器及其在社会和生活中的应用。例如,在文化与智能传感器章节中,结合大家熟知的电影形象《指环王》中的“咕嚕”,介绍智能运动传感器在电影制作中的应用;结合《机械战警》中的形象,介绍脑机接口传感器在脑神经科学研究及帕金森症等疾病治疗中的应用。在传感器与智能交通章节中,介绍汽车中种类繁多的传感器对未来无人驾驶汽车的作用。在传感器与智能家居章节中,介绍 iPhone 手机中集成的多种传感器,及其功能扩展。在传感器与现代国防章节中,结合南斯拉夫亚炸馆事件,介绍控制炸弹穿透多层建筑后再爆炸的

加速度传感器，以及给炮弹装上“眼睛”的惯性传感器组合。在传感器的形成艺术章节中，介绍防尘保护到只露出眼睛的技术人员在超净工厂中制造集成传感器的方法等等。通过该课程的学习，学生将了解现代智能传感器的基本原理、分类、以及在建筑、安全、环境、现代艺术、军事等领域中所发挥的特殊作用。

30260032 MEMS 与微系统 2 学分 32 学时

MEMS and Microsystems

MEMS 与微系统是一门前沿交叉学科，将对生物医学、汽车、仪器、化学能源、通讯、纳米科学、航空航天、等领域产生重大影响。本课程将在讲授 MEMS 多学科基础知识的基础上，系统讲述微机电系统的设计及加工技术，包括微电子机械系统原理、设计方法、体和表面微加工技术，以及微电子机械系统在生物医学、汽车、化学能源、通信等领域的应用。主要采用讲授的方式完成。重点内容包括微系统的基本力学和建模方法、表面微加工和体微加工技术、微型传感器原理及设计制造、微型执行器、RF MEMS 典型器件、光学 MEMS 的分析与设计、微流体与芯片实验室、BioMEMS 等。

30260063 微电子器件与电路 3 学分 48 学时

Microelectronic Devices and Circuits

本课程内容涵盖微电子学专业所需掌握的主要基础知识，包括半导体材料与集成电路制造工艺的简单介绍、然后再学习半导体物理基本知识、重点讨论 pn 结二极管、双极型晶体管和 MOS 场效应晶体管等半导体器件的结构、制备与工作原理，最后还将介绍微电子器件的最新进展以及集成电路的分析与设计技术。通过本课程的学习，学生将对微电子专业从物理到电路有一个全面的了解，重点在掌握半导体器件的工作原理及在集成电路中的应用。还将了解微电子的应用领域及研究热点、学科方向与发展趋势等内容。微电子专业的学生在本课程的基础上，能顺利进入后续课程的学习。对于非微电子专业的学生，本课程将为其进入微电子学研究领域或与微电子学相关的交叉学科，打下一个初步扎实的基础。

30260072 微电子工艺技术 2 学分 32 学时

Microelectronics Fabrication Technology

本课程主要讲授硅集成电路制造的工艺。首先，在介绍单晶硅的生长、晶圆的制备以及集成电路制造污染控制方法和制造环境后，重点学习微电子制造工艺各单项工艺的基本原理（包括氧化、扩散、离子注入、薄膜淀积、快速退火、光刻、刻蚀、金属化工艺等），并了解常用的工艺检测方法、集成电路工艺集成技术和工艺技术的发展趋势等。其次，课外通过计算机模拟试验，学习氧化、扩散、离子注入等工艺设备的简单操作和模拟方法。第三，课外组织观看工艺录像，并到微电子学研究所集成电路试验线参观进行现场讲解。

30260093 固体物理学 3 学分 48 学时

Solid State Physics

固体物理学是固体材料和固体器件的基础。该课程主要研究晶体的结构及对称性，晶体中缺陷的形成及特征，晶格动力学，能带理论的基础知识以及晶体中的载流子输运现象等。是微纳电子专业的核心课。

30260103 半导体物理学 3 学分 48 学时

Semiconductor Physics

主要讲授半导体材料的基本物理知识，半导体器件基本结构的工作原理。主要内容包括：半导体材料基本性质（能带结构），半导体中的电子态和平衡载流子统计，载流子的输运过程（非平衡载流子，过剩载流子的产生和复合，载流子的漂移、扩散，散射，热载流子效应，电流连续性方程），PN 同质和异质结、金属-半导体接触的电学特性，MOS 结构物理，半导体基本光电特性

30260133 电子学基础 3 学分 48 学时**Fundamentals of Electronics**

本课程主要内容：电路原理部分包括电路基础、电路分析方法、正弦量与频率分析、一阶二阶瞬态等内容。电子电路部分包括集成电路工艺流程与 MOS 晶体管的 IV 特性、共源放大器、共栅放大器和源级跟随器、电流镜和电流源、差分放大器、反馈分析与频率补偿、运算放大器与应用电路、双极型电路基础等内容。

40260012 量子信息学引论 2 学分 32 学时**Introduction to Quantum Information Science**

量子信息学是运用量子力学基本原理进行信息的编码、通信与处理的新兴交叉学科。本课程深入浅出地介绍量子信息科学领域的主要思想与方法，一方面提供理解量子信息学所需的物理、数学、计算机科学的知识背景，另一方面使大家理解并掌握本领域的基本工具与结果。具体内容分为八章。第一章介绍量子信息学的历史发展和基本概念，突出一些重要的待解决的问题。第二章深入介绍量子信息学所需的量子力学的基本概念。第三章深入介绍量子信息学所需的计算机科学的基本概念，如图灵机、线路、计算资源的量化、计算复杂性等。第四章描述量子计算所需的基本元件和许多基本操作。第五章讲解量子富立叶变换及其在因数分解与离散对数问题中的应用，并解释这些结果对于密码学的重要性。第六章对量子搜索算法进行扼要的讲解。第七章采用实验中已经成功实现的例子，讲解量子计算机的一般设计原则与物理实现的满意数据。第八章讲解量子信息学的最新进展。内容以同学们的报告为主。

40260033 模拟集成电路分析与设计 3 学分 48 学时**Analysis and Design of Analog Integrated Circuits**

本课程介绍模拟集成电路的分析与设计方法，引导和帮助学生在学习基础电路理论，实现简单的模拟集成电路。课程可分成 3 个部分：分别是电路理论知识、电路仿真和版图介绍。课程以讲述电路理论为主，通过电路仿真对电路理论加以验证和应用，最后介绍版图、流片方面的内容，使学生对全定制集成电路的设计流程有一个初步的了解。本课程先讲述器件模型，它是模拟集成电路设计的基础。然后说明基本电路的分析和设计方法，它是课程的主要内容。围绕如何设计和应用运算放大器，分析构成运算放大器的单管放大电路、差分电路、电流源及电流镜；讲解运算放大器在使用中涉及的反馈理论和反馈系统的频率补偿方法；研究两个重要的电路指标——噪声和非线性失真；介绍以运放为基础的开关电容电路。此外将介绍有关电路仿真和版图的基础知识。通过这样的课程安排，希望学生能掌握分析电路的方法、完成运算放大器的设计。

40260043 超大规模集成电路 CAD 3 学分 48 学时**Very Large Scale Integrated Circuit CAD**

课程内容主要为集成电路计算机辅助设计技术，要求掌握原理和 EDA 设计方法。具体内容包括：VLSI CAD 基本算法；仿真方法；高层次综合；逻辑综合；形式验证；测试方法；物理设计—版图分割、布局布线、压缩。EDA 工具实验包括：VCS, Design Compiler, Formality, TetraMax, Astro 等各种 EDA 工具的使用。通过对这门课程的学习，学生可以掌握 VLSI 计算机辅助这几工具的基本原理和方法，可以独立使用各种最新的集成电路设计工具。通过选做实验，学生还可以进一步掌握自行设计集成电路辅助工具的基本方法。

40260063 集成电路课程设计 3 学分 48 学时**Project on Integrated Circuits Design**

本课程为加强学生的电路设计与分析能力、掌握集成电路的设计流程而设立的，主要内容包括：集成电路的基本概念；集成电路的工艺与版图流程；集成电路中的元件；版图设计规则；版图识别和提取电路；全定制设计流程的介绍；全定制设计流程中的电路设计、电路仿真、版图编辑、版图验证、寄生参数提取、后仿真等内容；基于单元综合的设计流程的介绍；基于单元综合设计流程中的代码设计、仿真、综合、布

局布线、验证等内容。课程项目设计一个 10-bit 循环式模数转换器的电路设计、仿真和版图设计，要求最后提交整个转换器的版图，并提交标准的项目设计报告。

40260072 微电子学概论 2 学分 32 学时

Introduction to Microelectronics

微电子学涵盖的知识面非常广泛，相应地，《微电子学概论》课程也将与其他的微电子专业课程进行区别，使本课程与各专门课程强调“深入”的特点相反，转而强调本领域知识的全面性（在某些知识点上有所深入）。《微电子学概论》包含固体物理学、半导体物理、半导体器件、数字电路、模拟电路以及集成电路制造工艺等专业课程中的最基础的一些概念与处理方法。在介绍以上内容的基础上，着重探讨这些内容之间的前后联系。

40260082 专业英语 2 学分 32 学时

Specialty-reading in English

“微电子学专业英语”课程是面向本科高年级学生开设的一门旨在提高学生在微电子与集成电路专业领域英语阅读、翻译及写作水平的任选课程。根据微电子学专业的具体要求，本课程选用最新英文原版教科书的相关章节、和相关的英语读物做教材，其中包括不同风格的英文研究论文，并辅以相应的音像资料、以及英语演讲等，力求使学生在微电子学专业英语的听、说、写等方面有所提高。

40260092 集成传感器 2 学分 32 学时

Integrated Sensors

本课程面向全校电类各专业的学生，介绍各种集成传感器的原理和设计。内容包括传感器的材料、传感器设计原理、传感器集成方法、传感器信号的转化和驱动电路、智能和网络传感器的基本结构。介绍了压力、加速度等力学传感器、磁传感器、声学传感器、温度传感器、湿度传感器、气体和离子等化学传感器、生物传感器。重点是各种传感器的设计原理和集成方法，让学生掌握现代传感器的制作及其应用。

40260103 数字集成电路分析与设计 3 学分 48 学时

Digital Integrated Circuit Design

本课程讲授数字集成电路的分析与设计，以 CMOS 集成电路为主，在回顾集成电路器件的基础上讲授 CMOS 反相器、组合逻辑电路和时序逻辑电路的工作原理，互连线的寄生参数和延时模型，算术运算逻辑功能单元以及半导体存储器的结构与实现，并介绍数字集成电路与系统的分析方法和设计流程。针对数字集成电路的各种类型和基本单元，通过课堂授课、答疑讨论、作业、模拟实验和课程设计等环节，培养学生分析和设计数字集成电路与系统以及优化电路结构、面积、速度和功耗等方面的能力。

40260112 纳电子学导论 2 学分 32 学时

Introduction to Nanoelectronics

本课程为微纳电子学系本科专业课程。通过本课程学习，掌握纳电子学的基本概念、原理、方法与技术，了解微电子向纳电子发展的学科与技术前沿。课程的重点教学内容包括纳米 CMOS 技术、共振隧道现象与器件、单电子器件、碳纳米管电子学、自旋电子学、超导电子学、量子信息处理、分子电子学、纳电子机械系统、纳电子工艺等方面的基本知识，以及纳电子相关领域的前沿进展。

40260141 微纳电子实验 A 1 学分 32 学时

Lab. Work of Microelectronics and Nanoelectronics A

我们开了如下几个实验：1) 集成电路测试实验数字集成电路测试（包括功能，最高工作频率各种直流参数测试）A/D 及 D/A 转换器测试（数、混合电路测试）2) 计算机模拟实验：包括集成电路工艺模拟、器件模

拟、Spice 模型参数提取等；3) 半导体器件实验：测 MOSFET 的三类 I-V 特性以获取：阈值电压 V_T 、衬偏调制系数（体因子） γ 、亚阈值斜率、反型层载流子迁移率。

40260151 微纳电子实验 B 1 学分 32 学时

Lab. Work of Microelectronics and Nanoelectronics B

本课程有如下几个实验：1. 半导体物理实验 1) MOS 高频 C-V 特性测量（计算二氧化硅中的固定电荷和可动电荷）霍尔效应实验 2. 纳电子教学实验量子点红外探测器实验

40260162 微纳电子材料器件分析技术 2 学分 32 学时

The Characterization of Micro & Nano-electric Materials and Devices

本课程将介绍微纳电子材料等的表面形貌微观结构成分的分析测试方法，每一种分析技术中又介绍相关原理、分析方法、能达到的性能指标以及在微纳器件方面的具体应用，这对于微电子、纳电子、光电子以及材料、物理、化学等学科都非常重要。

40260185 专业实践 5 学分 学时

Professional Practice

大三夏季学期连续进行五周实习，实习内容必须是与学到书本理论知识有联系的研究课题，课题范围不做规定，但必须有一定的技术含量。

40260193 半导体器件电子学 3 学分 48 学时

Semiconductor Devices

本课程系统介绍了集成电路器件电子学，首先介绍学习半导体器件必须的知识，包括半导体物理和工艺的基本知识，以及金属-半导体接触和 pn 结理论，然后系统深入地阐述了双极晶体管和 MOS 场效应晶体管的工作原理和特性。

40260202 集成电路设计与实践 2 学分 32 学时

IC Design and Practice

本课程内容包括集成电路制造工艺的简单介绍、数字集成电路和模拟集成电路的基本知识、EDA 软件的使用、集成电路的设计流程和设计技术，最后实际进行一个小规模电路的设计及最终版图实现。

40260233 计算机原理与设计 3 学分 48 学时

Computer Organization and Design

本课程是为微纳电子系的本科生开设的，是微纳电子系学生，在掌握了数字电路的设计方法及集成电路工艺后，深刻理解数字电路设计的在集成电路中的体验。本课程讲述微处理器的内容如下：

微处理器的现状，发展和组成；微处理器指令设计；微处理器的性能评测；微处理器的基本运算电路；微处理器结构设计及数据通路设计；

控制单元状态机的硬件实现；流水线技术；存储管理与 Cache 设计；微处理器多核关键技术与最新进展。

基于微电子所的 EDA 工具平台，进行实验，完成一个简单的 5 级流水线的微处理器的设计和验证，能够运行一段简单的累加程序。

40260243 数字信号处理 3 学分 48 学时

Digital Signal Processing

本课程系统学习数字信号处理的基本理论（时域、频域分析理论，抽样定理，谱估计理论等）、基本知识和基本方法（包括离散时间信号与系统的数字化分析方法，滤波器设计方法，快速算法等），通过该课程的学

习, 使得学生牢固掌握离散时间信号的谱分析的原理及快速实现方法, 借助于数字滤波器的设计及实现, 掌握数字滤波系统的分析以及设计方法。结合微电子专业特色, 密切联系数字信号处理在集成电路设计中的一些实际问题, 以实验的形式, 加强学生对所学知识物理意义的真正掌握。学生在学习这门课程时还应掌握一些必要的软件工具, 既有利于加强概念的理解, 又是今后进一步学习和研究所不可缺少的重要一步。

40260251 微纳电子工艺实验 1 学分 24 学时

Micro/Nano Fabrication Experiments

本课程提供了学生动手制备微电子器件的机会, 是微电子工艺课程的实验课程。通过本门课程的教学和实验, 学生有机会学习 MOSFET 三极管, PN 结二极管, 霍尔器件, 接触电阻, 电容等测试器件的基本原理, 工艺流程和测试方法。学生将有机会在超净间里面自己动手, 操作各种工艺设备, 最后将器件制备出来, 并进行完整的电学测试。涉及到的工艺包括光刻, 湿法刻蚀, 干法刻蚀, 氧化, LPCVD, PECVD, 扩散, 溅射等。

40260272 纳米科学实验技术基础与前沿进展 2 学分 32 学时

Experimental Techniques and Progress of Nano-technology

本课程是为微纳电子系、自动化系、电子工程系、精仪系、物理系等理工科院系的本科生开设的, 面向对纳米科学技术感兴趣的同学。在本课程中, 我们将讲授纳米科技的前沿进展, 例如量子信息学、纳米电子学、量子控制等; 实验技术基础, 包括真空技术、低温技术、超精细加工和量子反馈控制等; 还将带学生在一线科研实验室中现场授课, 讲授实验技术与设备原理。最终的考核形式包括一篇前沿纳米科技的调研报告 (占总分 30%) 和一个实验类的大作业 (占总分 70%)。