

《半导体工艺原理》

教 案

(2015 年春季学期)

自动化与信息工程学院

电子工程系

西安理工大学教案(首页)

学院(部): 自动化与信息工程学院

系(所): 电子工程系

课程名称	半导体工艺原理	课程代码	04110670	总学时: 56 学时
		学分	3.5	讲课: 56 学时
课程类别	必修课(√) 院级任选课()	校级任选课()		上机: 0 学时 实验: 0 学时
学位课(√)				
授课专业	电子 12 级	授课班级	电子 12 级	
任课教师	陈 曦	职称	讲 师	
教学目的 和要求	<p>《半导体工艺原理》是微电子学、电子科学与技术专业的一门专业课, 主要讲授集成电路的制造工艺的原理、方法及新技术等内容。通过学习使学生深入了解和掌握集成电路制造工艺的原理与方法, 分析集成电路制芯片造过程中出现的各种工艺问题, 培养学生解决实际问题的能力。</p>			
教学重 点、难点	<p>教学重点主要是系统学习硅平面工艺主要内容, 包括硅片制备、氧化、淀积、光刻、刻蚀、扩散和离子注入、金属化、化学机械平坦化、装配与封装等各工艺的基本原理和方法。</p> <p>教学难点在于在掌握上述各项原理的基础上, 学习作为当前国际上 VLSI 主流工艺技术的 CMOS 工艺流程和制作步骤, 全面系统了解硅 LSI 的整个制造技术过程、各步骤的工艺结构及其关键问题。</p>			
教材和参 考书	<p>教材: 《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著, 电子工业出版社</p> <p>参考书: 《微电子器件工艺》李乃平主编, 华中理工大学出版社 《硅集成电路工艺基础》关旭东编著, 北京大学出版社 《现代集成电路制造技术原理与实践》, 李惠军编著, 电子工业出版社</p>			

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 4

章节	绪论
教学目的 和要求	<ol style="list-style-type: none"> 1、了解本课程的性质 2、了解半导体工艺发展概况 3、了解半导体芯片制造过程
重点 难点	<p>重点：半导体芯片制造过程</p> <p>难点：无</p>
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>绪论（4学时）</p> <p style="padding-left: 2em;">半导体工艺概述（2学时）</p> <p style="padding-left: 2em;">本节主要内容包括：半导体器件简介、半导体工艺发展概况和半导体芯片制造过程简介。</p> <p style="padding-left: 2em;">观看教学视频（2学时）</p> <p style="padding-left: 2em;">通过观看教学视频，了解集成电路的整个制造技术过程、各步骤，并学习半导体 IC 产业中的沾污控制、化学品、气体控制等方面的基本知识。</p> <p>采用多媒体教学</p>
本章思考题	
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 1 次课 2 学时

课目、课题	绪论 ● 半导体工艺概述
教学目的 和要求	1、了解本课程的性质 2、了解半导体工艺发展概况 3、了解半导体芯片制造过程
重点 难点	重点：半导体芯片制造过程 难点：无
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、辅 助手段、师 生互动、时 间分配、板 书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 课程介绍（10 分钟） 本课程的性质与任务、教学内容及学时安排等。 2) 半导体器件简介（10 分钟） 3) 半导体工艺发展概况（25 分钟） 4) 半导体芯片制造过程（45 分钟） 5) 小结与答疑（10 分钟） 教师启发式提问和学生自由提问结合，解决学生对 本课程的疑问，其目的在于激发其学习兴趣和信心。 教学方法： 通过大量图片、图表形式介绍微电子行业相关知识， 激发学生的学习兴趣和信心。
作业布置	
课后自我总 结分析	

西安理工大学教案

第 2 次课 2 学时

课目、课题	绪论 ● 观看教学视频
教学目的 和要求	了解半导体芯片制造过程
重点 难点	重点：了解半导体芯片制造过程 难点：无
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、辅 助手段、师 生互动、时 间分配、板 书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) IC 加工的前道工序工艺流程和设备 (30 分钟) 2) 衬底的制备过程 (10 分钟) 3) 二极管制作工艺流程 (20 分钟) 4) N 阱 CMOS 工艺流程 (30 分钟) 5) 小结与答疑 (10 分钟) 教学方法： 通过先观看教学视频，再讲解，最后再观看视频的方式，使学生对半导体芯片制造过程有较为形象的了解。
作业布置	
课后自我总 结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 4

章节	第一章 硅材料与衬底制备
教学目的 和要求	本章主要学习半导体硅的特征与属性、结构，集成电路发展与硅材料的关系；材料提纯，大直径硅单晶的制备方法；原生缺陷及有害杂质；衬底制备方法及应用。
重点 难点	重点：1、大直径硅单晶的制备方法； 2、原生缺陷及有害杂质； 3、衬底制备方法
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、半导体硅材料简介（1学时） 本节主要学习半导体材料的分类与基本特性、半导体材料硅的结构特征和集成电路对硅材料的要求。</p> <p>二、大直径硅单晶材料的制备（1学时） 本节主要学习半导体硅原材料的提纯、大直径硅单晶的制备方法、半导体单晶材料中的缺陷及有害杂质及杂质去除的方法。</p> <p>三、衬底制备方法（2学时） 本节主要学习单晶棒的整形与定向和晶片加工的步骤。</p> <p>采用多媒体教学</p>
本章思考题	课后习题：1、3、4
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 3 次课 2 学时

课目、课题	第一章 硅材料与衬底制备（一） <ul style="list-style-type: none"> ● 半导体硅材料简介 ● 大直径硅单晶材料的制备
教学目的和要求	1、了解半导体硅材料的基本性质 2、掌握大直径硅单晶材料的制备方法 3、了解半导体单晶材料中的缺陷及有害杂质及杂质吸除方法
重点难点	重点：大直径硅单晶材料的制备方法、半导体单晶材料中的缺陷及有害杂质 难点：硅的晶体结构及结构分析
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： <ol style="list-style-type: none"> 1、半导体硅材料简介（50 分钟） <ul style="list-style-type: none"> 半导体材料的分类与基本特性（15 分钟） 半导体材料硅的结构特征（25 分钟） 集成电路对硅材料的要求（10 分钟） 2、大直径硅单晶材料的制备（50 分钟） <ul style="list-style-type: none"> 半导体硅原材料的提纯（5 分钟） 大直径硅单晶的制备方法（30 分钟） 半导体单晶材料中的缺陷及有害杂质（10 分钟） 杂质吸除（5 分钟） 教学方法： 结合单晶制备的教学视频和图片，使学生了解单晶硅制备的过程。
作业布置	课后习题：3
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 4 次课 2 学时

课目、课题	第一章 硅材料与衬底制备（二） ● 衬底制备方法
教学目的和要求	了解衬底制备的方法
重点难点	重点：衬底制备的过程。
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 衬底制备方法（80 分钟） 硅单晶的整形与定向 硅单晶的切割 硅单晶的研磨 硅单晶的倒角 硅单晶的抛光 3) 小结与答疑（10 分钟） 教学方法： 结合衬底制备的教学视频，使学生了解衬底制备的过程。
作业布置	课后习题：1、4
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 7

章节	第二章 外延生长
教学目的 和要求	使学生了解外延生长的方法与机理，掌握外延生长动力学原理，了解外延过程中的二级效应，以及外延层中的缺陷和检测方法。
重点 难点	重点：外延生长动力学原理 难点：外延过程中的二级效应
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、外延生长的方法与机理（1.5 学时）</p> <p> 硅气相外延生长系统</p> <p> 外延生长的物理化学原理</p> <p> 外延生长机理*</p> <p>二、外延生长动力学原理（3 学时）</p> <p> 生长动力学模型</p> <p> 外延生长的工艺条件与工艺流程</p> <p>三、外延过程中的二级效应（1 学时）</p> <p> 外延掺杂原理及其杂质分布</p> <p> 外延过程中的杂质再分布*</p> <p> 自掺杂及外延层中的杂质分布</p> <p>四、其他外延技术（1 学时）</p> <p> 低压外延与选择外延</p> <p> 异质外延与分子束外延</p> <p>五、外延层中的缺陷与检测（0.5 学时）</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1、2
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 5 次课 2 学时

课目、课题	第二章 外延生长（一） <ul style="list-style-type: none">● 外延生长的方法与机理● 外延生长动力学原理
教学目的和要求	1、了解外延生长的方法与机理 2、了解外延生长动力学模型
重点难点	重点：外延生长的方法与机理、外延生长动力学模型 难点：外延生长动力学模型
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 薄膜材料的种类、特点及其制备技术简介（10 分钟） 3) 外延生长分类，外延层的特点（10 分钟） 4) 气相外延生长系统与生长方法（50 分钟） 5) 外延生长动力学模型（20 分钟） 6) 小结与答疑（5 分钟） 教学方法： 以讲授为主，通过示例使学生有形象地认识，通过启发法调动学习积极性，并要求学生认真记笔记，方便归纳总结。
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 6 次课 2 学时

课目、课题	第二章 外延生长（二） ● 外延生长动力学原理
教学目的 和要求	1、掌握外延生长速度的计算公式 2、了解影响外延生长速度的主要因素 3、了解外延生长的条件
重点 难点	重点：外延生长速度计算公式的推导、分析影响外延生长速度的主要因素、外延生长条件的选择 难点：影响外延生长速度的因素分析
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 影响外延生长速度的因素（60 分钟） 质量传输系数；化学反应速度常数；温度；反应剂的摩尔分数；流速；硅片位置；反应器的几何形状；衬底取向 3) 外延工艺的环境与条件（30 分钟） 教学方法： 以讲授为主，在分析影响外延生长速度的因素时，通过启发法，和学生一同分析，调动学习积极性，培养分析问题的能力。
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 7 次课 2 学时

课目、课题	第二章 外延生长（三） <ul style="list-style-type: none">● 外延过程中的二级效应● 其他外延技术
教学目的和要求	1、了解外延过程中的二级效应 2、了解其他外延技术
重点难点	重点、难点：外延过程中的二级效应
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 外延过程中的二级效应（50 分钟） 外延过程中的杂质再分布 自掺杂及外延层中的杂质分布 3) 其他外延技术（40 分钟） 低压外延、选择外延、分子束外延、异质外延等
作业布置	补充题 1、2
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时：6

章节	第三章 热氧化薄膜生长
教学目的 和要求	使学生了解二氧化硅结构与性质、制备方法；介质影响杂质扩散行为的机理；热生长动力学原理；热氧化介质膜的常规生长模式、薄氧化层制备和局部氧化、二氧化硅膜厚计算与氧化工艺设计及氧化层厚度的检测。
重点 难点	重点：热氧化介质膜的常规生长模式、二氧化硅膜厚计算与氧化工艺设计 难点：二氧化硅膜厚计算与氧化工艺设计
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、二氧化硅的基本结构和主要性质（1 学时）</p> <p> 二氧化硅的基本结构</p> <p> 二氧化硅的主要性质</p> <p>二、氧化膜的生长机理与制备方法（2 学时）</p> <p> 氧化系统简介</p> <p> 热氧化膜的制备方法</p> <p> 二氧化硅膜的生长机理</p> <p> 氧化膜的热生长动力学原理</p> <p> 薄/厚膜氧化层的制备</p> <p>三、硅的局部氧化与掩蔽作用（1.5 学时）</p> <p> 硅的局部氧化与鸟嘴效应</p> <p> 氧化过程中的杂质分凝效应</p> <p> 二氧化硅的掩蔽作用</p> <p>四、氧化层厚度的计算与工艺设计（1 学时）</p> <p> 氧化层厚度的计算</p> <p> 氧化工艺设计</p> <p>五、氧化层错与氧化层质量检测（0.5 学时）</p> <p> 采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1、2、3、4
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 8 次课 2 学时

课目、课题	第二章 外延生长（四） <ul style="list-style-type: none"> ● 外延层中的缺陷与检测 第三章 热氧化薄膜生长（一） <ul style="list-style-type: none"> ● 二氧化硅的基本结构和主要性质 ● 氧化膜的生长机理与制备方法
教学目的 和要求	1、了解外延层中的缺陷与检测方法 2、了解二氧化硅结构与性质、制备方法
重点 难点	重点：二氧化硅的制备方法、热氧化的机理 难点：热氧化的机理
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： <ol style="list-style-type: none"> 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 外延层中的缺陷与检测（25 分钟） 3) 外延部分小结（5 分钟） 4) 二氧化硅的用途及制备方法（5 分钟） 5) 二氧化硅的基本结构和主要性质（30 分钟） 二氧化硅的基本结构、二氧化硅中的杂质、二氧化硅的物理和化学性质 6) 氧化膜的生长机理与制备方法（30 分钟） 热氧化系统、热氧化方法、热氧化的机理
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 9 次课 2 学时

课目、课题	第三章 热氧化薄膜生长（二） <ul style="list-style-type: none">● 氧化膜的生长机理与制备方法● 硅的局部氧化与掩蔽作用
教学目的和要求	1、掌握氧化膜的热生长动力学原理 2、了解薄/厚膜氧化层的制备 3、了解硅的局部氧化 4、掌握鸟嘴效应及其影响
重点难点	重点：氧化膜的热生长动力学原理、硅的局部氧化和鸟嘴效应 难点：局部氧化和鸟嘴效应
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 氧化膜的生长机理与制备方法（60 分钟） 氧化膜的热生长动力学原理 薄/厚膜氧化层的制备 3) 硅的局部氧化与鸟嘴效应（30 分钟）
作业布置	补充题 3、4
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 10 次课 2 学时

课目、课题	<p>第三章 热氧化薄膜生长（三）</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 氧化过程中的杂质分凝效应 ● 二氧化硅的掩蔽作用 ● 氧化层厚度的计算与工艺设计 ● 氧化层错与氧化层质量检测
教学目的 和要求	<ol style="list-style-type: none"> 1、了解氧化过程中的杂质分凝效应 2、了解二氧化硅的掩蔽作用 3、掌握氧化层厚度的计算方法 4、了解氧化层错与氧化层质量检测方法
重点 难点	<p>重点：二氧化硅的掩蔽作用、氧化层厚度的计算与工艺设计</p> <p>难点：氧化层厚度的计算与工艺设计</p>
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 氧化过程中的杂质分凝效应（20 分钟） 3) 二氧化硅的掩蔽作用（20 分钟） 4) 氧化层厚度的计算与工艺设计（40 分钟） <p style="padding-left: 20px;">氧化层厚度的计算 氧化工艺设计</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) 氧化层错与氧化层质量检测（10 学时） 6) 本章小结（5 分钟） <p>教学方法： 以讲授为主，在讲解氧化层厚度的计算与工艺设计，可结合传统教学方式。</p>
作业布置	补充题 3、4
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 7

章节	第四章 高温扩散
教学目的 和要求	使学生了解热扩散工艺系统与方法、热扩散现象与扩散方程、高温扩散的数学描述、低、高浓度下杂质浓度分布影响实际杂质分布的因素、扩散工艺方法选择与控制，掌握工艺参数的计算，了解掺杂工艺参数检测
重点 难点	重点：热扩散现象与扩散方程、高温扩散的数学描述、低、高浓度下杂质浓度分布影响实际杂质分布的因素、扩散工艺方法选择与控制、工艺参数的计算 难点：工艺参数的计算
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、常规的扩散系统与热扩散工艺简介（0.5 学时） 常规的扩散系统简介 常规的热扩散工艺简介</p> <p>二、固体中的热扩散现象与扩散方程（1.5 学时） 热扩散现象与杂质扩散机构 扩散系数与扩散方程</p> <p>三、杂质理论分布及其与实际扩散行为的差异（3 学时） 低浓度下高温扩散的杂质分布 恒定高表面浓度扩散分布 理论分布与实际扩散行为的差异</p> <p>四、扩散工艺参数的计算与工艺设计（1.5 学时） 扩散方法与工艺参数的计算 扩散工艺的设计</p> <p>五、扩散层质量控制与参数检测（0.5 学时）</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1、2、3
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 11 次课 2 学时

课目、课题	第四章 高温扩散（一） <ul style="list-style-type: none">● 常规的扩散系统与热扩散工艺简介● 固体中的热扩散现象与扩散方程
教学目的和要求	使学生了解热扩散工艺系统与方法、热扩散现象与扩散方程。
重点难点	重点：固体中的热扩散现象与扩散方程 难点：固体的扩散方程
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： <ol style="list-style-type: none">1) 掺杂的用途和主要技术简介（10 分钟）2) 常规的扩散系统与热扩散工艺简介（15 分钟） 常规的扩散系统简介 常规的热扩散工艺简介3) 固体中的热扩散现象与扩散方程（60 分钟） 热扩散现象与杂质扩散机构 扩散系数与扩散方程4) 外延部分习题讲解（15 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 12 次课 2 学时

课目、课题	第四章 高温扩散（二） ● 杂质理论分布及其与实际扩散行为的差异
教学目的 和要求	使学生掌握低浓度下杂质浓度分布的计算公式，了解高浓度下杂质浓度的分布情况。
重点 难点	重点：低浓度下杂质浓度分布的计算。
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 内容回顾（5 分钟） 2) 低浓度下高温扩散的杂质分布（60 分钟） <ul style="list-style-type: none"> 恒定表面源扩散 有限表面源扩散 两步扩散 3) 恒定高表面浓度扩散分布（30 分钟） 4) 小结与答疑（5 分钟） <p>教学方法： 本节内容计算过程较多，可以采用启发式，让学生自己进行公式推导，激发学习积极性，并且加深印象。</p>
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 13 次课 2 学时

课目、课题	第四章 高温扩散 (三) ● 理论分布与实际扩散行为的差异 ● 扩散工艺参数的计算
教学目的 和要求	1、掌握扩散工艺参数的计算方法 2、了解理论分布与实际扩散行为的差异存在的原因
重点 难点	重点：理论分布与实际扩散行为的差异、扩散工艺参数的计算方法 难点：扩散工艺参数的计算
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <p>1) 上节课内容回顾 (5 分钟)</p> <p>2) 理论分布与实际扩散行为的差异 (60 分钟) 模型的偏离、场助效应、荷电空位效应、发射极陷落效应、氧化对扩散的影响、横向效应</p> <p>3) 扩散工艺参数的计算 (35 分钟)</p> <p>教学方法： 在分析理论分布与实际扩散行为的差异时，以讲授为主，启发为辅，培养学生分析问题，解决问题的能力。扩散工艺参数的计算部分则以学生自己分析为主，老师讲授为辅。</p>
作业布置	补充题 1、2、3
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 14 次课 2 学时

课目、课题	第四章 高温扩散（四） <ul style="list-style-type: none">● 扩散工艺的设计● 扩散层质量控制与参数检测
教学目的和要求	1、了解扩散工艺的设计 2、了解扩散层质量控制与参数检测
重点 难点	重点：扩散工艺的设计 难点：扩散工艺的设计
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时安排： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 扩散工艺的设计（30 分钟） 3) 扩散层质量控制与参数检测（20 分钟） 4) 本章小结（10 分钟） 5) 氧化部分习题讲解（30 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 8

章节	第五章 离子注入
教学目的 和要求	使学生了解离子注入技术特点；离子注入系统与设备构成；注入原理与能量损失机构；离子注入的理论描述（包括射程与浓度分布）、离子注入损伤及退火；离子注入工艺的实现、工艺设计与参数计算。
重点 难点	重点：离子注入的能量损失机构、离子注入的杂质浓度分布、离子注入损伤及退火；离子注入工艺的实现、工艺设计与参数计算。 难点：工艺参数的计算、工艺设计方法。
教学进程 (含章节 教学内容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、离子注入系统（0.5 学时）</p> <p>二、能量损失机构（1.5 学时） 核碰撞和电子碰撞 离子注入的特征量</p> <p>三、离子在非晶靶、单晶靶和双层靶中的分布（3 学时） 离子在非晶靶中的分布 离子在单晶靶中的分布 离子在双层靶中的分布</p> <p>四、注入损伤与退火特性（1 学时） 注入损伤 退火特性</p> <p>五、离子注入工艺参数的计算与工艺设计（1 学时） 离子注入工艺参数的计算 离子注入工艺的设计</p> <p>六、掺杂技术小结（1 学时）</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1、2、3
主要 参考资料	《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社 《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社 《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社 《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社
备注	

西安理工大学教案

第 15 次课 2 学时

课目、课题	第五章 离子注入（一） ● 离子注入系统 ● 能量损失机构
教学目的 和要求	1、了解离子注入系统； 2、掌握离子注入的能量损失机构。
重点 难点	重点：离子注入的能量损失机构
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <p>1) 上节课内容回顾（5 分钟）</p> <p>2) 离子注入系统（25 分钟）</p> <p>3) 能量损失机构（70 分钟）</p> <p style="padding-left: 20px;">核阻挡机构</p> <p style="padding-left: 20px;">电子阻挡机构</p> <p style="padding-left: 20px;">离子注入的特征量</p> <p>教学方法： 本节以教师讲授为主。</p>
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 16 次课 2 学时

课目、课题	第五章 离子注入（二） ● 离子在非晶靶、单晶靶和双层靶中的分布
教学目的 和要求	1、掌握离子在非晶靶中的分布 2、了解离子在单晶靶中的分布
重点 难点	重点：离子在非晶靶中的分布、沟道效应
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 离子在非晶靶中的分布（50 分钟） 对称的高斯分布 相连的半高斯分布 皮尔逊 IV 分布 3) 离子在单晶靶中的分布（40 分钟） 沟道效应 晶片的偏斜工艺
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 17 次课 2 学时

课目、课题	第五章 离子注入（三） ● 离子在双层靶中的分布 ● 注入损伤与退火特性
教学目的和要求	1、掌握离子在双层靶中分布的应用——离子注入的掩蔽 2、了解注入损伤的形成和种类 3、了解退火特性及退火过程中的扩散效应
重点难点	重点：离子在双层靶中的分布、注入损伤的形成和种类、退火特性 难点：离子注入最小掩蔽膜的计算
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 上节课内容回顾（10 分钟） 2) 离子在双层靶中的分布（50 分钟） 双层靶中杂质的浓度分布 双层靶的应用——离子注入的掩蔽 3) 注入损伤与退火特性（40 分钟） 注入损伤的形成和种类 退火特性 退火过程中的扩散效应 <p>教学方法： 以讲授为主，配以图片形式，生动形象，激发学生的学习兴趣。</p>
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 18 次课 2 学时

课目、课题	第五章 离子注入（四） <ul style="list-style-type: none"> ● 离子注入工艺参数的计算与工艺设计 ● 掺杂技术小结
教学目的和要求	1、掌握离子注入工艺参数的计算方法 2、了解离子注入工艺的设计方法 3、了解掺杂的新工艺
重点难点	重点、难点：离子注入工艺参数的计算与工艺设计
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 离子注入工艺参数的计算（20 分钟） 3) 离子注入工艺的设计（20 分钟） 4) 掺杂技术小结（30 分钟） <ul style="list-style-type: none"> 离子注入与扩散杂质分布的比较 IC 中 NPN 晶体管的结构及其掺杂分布 IC 中 MOS 晶体管的自对准栅结构 掺杂/扩散新工艺 离子注入的特殊用法 工艺控制与质量检测 5) 本章小结（5 分钟） 6) 高温扩散部分习题讲解（20 分钟） <p>教学方法：</p> <p>通过对离子注入和高温扩散的比较,使学生对两种掺杂方法各自的特点加深认识; 介绍一些掺杂新工艺, 扩宽学生知识面。</p>
作业布置	补充题 1、2、3
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 6

章节	第六章 薄膜气相淀积工艺
教学目的 和要求	使学生了解常用 CVD 系统与方法、化学气相淀积模型、几种常用薄膜的特点及其制备方法、LPCVD 的安全性、物理气相淀积方法及其他气相淀积技术。
重点 难点	重点：化学气相淀积的模型与原理、常用 CVD 薄膜的制备、淀积薄膜的台阶覆盖、真空蒸发和溅射。 难点：化学气相淀积的模型与原理。
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、 化学淀积工艺（3 学时） 化学气相淀积系统、用途及特点 化学气相淀积的模型与原理* 各种常用 CVD 薄膜的制备</p> <p>二、 淀积薄膜的台阶覆盖（1 学时）</p> <p>三、 物理气相淀积工艺（1.5 学时） 真空蒸发 溅射</p> <p>四、 薄膜的其他制备方法（0.5 学时） 等离子体氧化方法 阳极氧化法</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	
主要 参考资料	《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社 《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社 《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社 《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社
备注	

西安理工大学教案

第 19 次课 2 学时

课目、课题	第六章 薄膜气相淀积工艺（一） ● 化学淀积工艺
教学目的 和要求	1、了解化学气相淀积系统、用途及特点； 2、了解化学气相淀积的模型与原理。
重点 难点	重点：化学气相淀积的模型与原理
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 化学淀积工艺（90 学时） 化学气相淀积系统、用途及特点（25 分钟） 化学气相淀积的模型与原理（65 分钟） 3) 小结与答疑（5 分钟）
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 20 次课 2 学时

课目、课题	第六章 薄膜气相淀积工艺（二） ● 各种常用 CVD 薄膜的制备 ● 淀积薄膜的台阶覆盖
教学目的 和要求	1、掌握常用 CVD 薄膜的制备 2、了解淀积薄膜的台阶覆盖
重点 难点	重点：常用 CVD 薄膜的制备、淀积薄膜的台阶覆盖
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 常用 CVD 薄膜的制备（50 分钟） 二氧化硅膜、PSG(磷硅玻璃) 多晶硅膜 氮化硅膜 三氧化二铝膜 难熔金属膜（W, Mo 等） 难熔金属硅化物及氮化物薄膜 3) 淀积薄膜的台阶覆盖（40 分钟） 4) 小结与答疑（5 分钟）
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 21 次课 2 学时

课目、课题	第六章 薄膜气相淀积工艺（三） <ul style="list-style-type: none">● 物理气相淀积工艺● 薄膜的其他制备方法
教学目的和要求	1、掌握真空蒸发和溅射工艺 2、了解薄膜的其他制备方法
重点难点	重点：真空蒸发和溅射工艺
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 物理气相淀积工艺（50 分钟） 真空蒸发 溅射 3) 薄膜的其他制备方法（20 分钟） 等离子体氧化方法 阳极氧化法 铜电镀法 4) 本章小结（5 分钟） 5) 离子注入部分习题讲解（20 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 4

章节	第七章 图形光刻技术
教学目的 和要求	使学生了解 ULSI 对光刻技术的要求、光刻三要素、抗蚀剂分类、光刻工艺原理与过程、各种曝光技术及刻蚀技术。
重点 难点	重点：光刻工艺原理与过程、曝光技术及刻蚀技术
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、抗蚀剂及其性能要求（0.5 学时） 抗蚀剂分类 抗蚀剂性能要求</p> <p>二、光刻工艺原理（1 学时）</p> <p>三、曝光技术与邻近效应（1 学时） 曝光方法 邻近效应</p> <p>四、显影与坚膜技术（0.5 学时） 显影技术 坚膜技术</p> <p>五、刻蚀技术（0.5 学时） 刻蚀工艺 去胶工艺与剥离技术</p> <p>六、光刻质量要求与分析（0.5 学时）</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 22 次课 2 学时

课目、课题	第七章 图形光刻技术（一） <ul style="list-style-type: none">● 抗蚀剂及其性能要求● 光刻工艺原理● 曝光技术
教学目的和要求	1、了解抗蚀剂及其性能要求； 2、了解光刻工艺原理及基本工艺流程； 3、了解曝光技术。
重点难点	重点：光刻工艺原理及基本工艺流程。 难点：抗蚀剂的性能分析。
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 抗蚀剂及其性能要求（20 分钟） 抗蚀剂分类 抗蚀剂性能要求 3) 光刻工艺原理（50 分钟） 4) 曝光技术（20 分钟） 5) 小结与答疑（5 分钟）
作业布置	补充题 1
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 23 次课 2 学时

课目、课题	第七章 图形光刻技术（二） <ul style="list-style-type: none">● 邻近效应● 显影与坚膜技术● 刻蚀技术● 光刻质量要求与分析
教学目的和要求	1、了解曝光工艺中的邻近效应 2、了解显影、坚膜和刻蚀技术
重点难点	重点：曝光工艺中的邻近效应、刻蚀技术
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： <ol style="list-style-type: none">1) 上节课内容回顾（5 分钟）2) 邻近效应（30 分钟）3) 显影与坚膜技术（20 分钟）4) 刻蚀技术（30 分钟）5) 光刻质量要求与分析（10 分钟）6) 本章小结（5 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 2

章节	第八章 掩模制备技术
教学目的 和要求	使学生了解掩膜材料、掩模图形的产生、掩模版的制备、版图的修改与验证。
重点 难点	重点：掩模版的制备。
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>掩模材料与掩模版的制备（2 学时）</p> <p style="padding-left: 2em;">掩模材料（1 学时）</p> <p style="padding-left: 2em;">掩模版的制备（1 学时）</p> <p style="padding-left: 4em;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	补充题 1
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 24 次课 2 学时

课目、课题	第八章 掩模制备技术
教学目的 和要求	1、了解掩模材料； 2、了解掩模版的制备。
重点 难点	重点：掩模版的制备。
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 掩模材料与掩模版的制备（90 分钟） 掩模材料 掩模版的制备 3) 小结与答疑（5 分钟）
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 4

章节	第八章 布线与组装技术
教学目的 和要求	使学生了解集成电路对金属化材料要求、布线技术、装片与引线键合及各种封装技术。
重点 难点	重点：布线技术、装片与引线键合。
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、布线技术（1.5 学时）</p> <p>电极系统的基本要求*</p> <p>布线技术及其多层布线的平坦化工艺</p> <p>布线金属的电迁移*</p> <p>自对准硅化物技术</p> <p>介电常数对芯片性能的影响</p> <p>二、键合技术（1.5 学时）</p> <p>组装技术简介</p> <p>晶圆片的减薄技术与划片技术</p> <p>管芯的装片技术与引线键合技术</p> <p>三、封装技术（1 学时）</p> <p>常规封装技术</p> <p>表面安装技术</p> <p>封装新技术</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 25 次课 2 学时

课目、课题	第八章 布线与组装技术（一） <ul style="list-style-type: none">● 布线技术● 键合技术
教学目的和要求	1、了解集成电路对金属化材料要求； 2、了解布线技术。
重点难点	重点：布线技术及其多层布线的平坦化工艺、布线金属的电迁移。
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 布线技术（70 分钟） 电极系统的基本要求* 布线技术及其多层布线的平坦化工艺 布线金属的电迁移* 自对准硅化物技术 介电常数对芯片性能的影响 3) 组装技术简介（20 分钟） 4) 小结与答疑（5 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案

第 26 次课 2 学时

课目、课题	第八章 布线与组装技术（二） <ul style="list-style-type: none">● 晶圆片的减薄技术与划片技术● 管芯的装片技术与引线键合技术● 封装技术
教学目的和要求	1、了解晶圆片的减薄技术与划片技术； 2、管芯的装片技术与引线键合技术； 3、了解常用封装技术。
重点难点	重点：引线键合技术。
教学进程 (含课堂教学内容、教学方法、辅助手段、师生互动、时间分配、板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾（5 分钟） 2) 晶圆片的减薄技术与划片技术（20 分钟） 3) 管芯的装片技术与引线键合技术（25 分钟） 4) 封装技术（45 分钟） 常规封装技术 表面安装技术 封装新技术 5) 本章小结（5 分钟）
作业布置	
课后自我总结分析	

西安理工大学教案(章节备课)

学时： 2

章节	第九章 工艺集成技术
教学目的 和要求	使学生了解半导体器件与 IC 工艺流程、隔离技术与硅化技术、多层互连与平坦化技术。
重点 难点	重点：半导体器件与 IC 工艺流程、隔离技术。
教学进程 (含章节 教学内 容、学时 分配、教 学方法、 辅助手 段)	<p>一、集成电路的隔离技术（1.5 学时）</p> <p> 双极型 IC 的隔离工艺</p> <p> MOS 型 IC 的隔离工艺</p> <p>二、IC 中的元器件结构及工艺（0.5 学时）</p> <p> IC 中无源元件结构及工艺</p> <p> IC 中有源器件结构及工艺</p> <p style="text-align: center;">采用多媒体教学</p>
本章思考题	
主要 参考资料	<p>《集成电路制造技术—原理与工艺》王蔚等编著，电子工业出版社</p> <p>《微电子器件工艺》李乃平主编，华中理工大学出版社</p> <p>《硅集成电路工艺基础》关旭东编著，北京大学出版社</p> <p>《现代集成电路制造技术原理与实践》，李惠军编著，电子工业出版社</p>
备注	

西安理工大学教案

第 27 次课 2 学时

课目、课题	第九章 工艺集成技术
教学目的 和要求	1、了解集成电路的隔离技术； 2、了解 IC 中的元器件结构及工艺。
重点 难点	重点：半导体器件与 IC 工艺流程、隔离技术。
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	课堂教学内容及学时分配： 1) 上节课内容回顾 (5 分钟) 2) 集成电路的隔离技术 (60 学时) 双极型 IC 的隔离工艺 MOS 型 IC 的隔离工艺 3) IC 中的元器件结构及工艺 (30 学时) IC 中无源元件结构及工艺 IC 中有源器件结构及工艺 4) 本章小结 (5 分钟)
作业布置	
课后自我 总结分析	

西安理工大学教案

第 28 次课 2 学时

课目、课题	总复习
教学目的 和要求	1、复习本门课程所学知识点； 2、以 N 阱 CMOS 芯片的工艺流程为例，了解集成电路的工艺流程。
重点 难点	重点、难点：CMOS 芯片的工艺流程的设计。
教学进程 (含课堂教 学内容、教 学方法、 辅助手段、 师生互动、 时间分配、 板书设计)	<p>课堂教学内容及学时分配：</p> <p>1) 复习（50 分钟）</p> <p>2) 单阱（以 N 阱为例）CMOS 芯片的工艺流程（40 分钟）</p> <p>3) 考试题型及考试安排（10 分钟）</p> <p>教学方法： 先总结本课程所学知识点，然后以 N 阱 MOS 芯片的工艺流程为例，将所学基本工艺步骤贯通，并提出一些关键问题。最后介绍考试题型及考试安排。</p>
作业布置	
课后自我 总结分析	