**《单片机与芯片构造与制程》课程教学大纲**

|  |  |
| --- | --- |
| **课程名称：单片机与芯片构造与制程** | **课程类别（必修/选修）：选修** |
| **课程英文名称： Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology** |
| **总学时/周学时/学分：48/3/3** | **其中实验学时：0** |
| **先修课程：普通物理** |
| **授课时间：星期二 19:30-22:00** | **授课地点：实312** |
| **授课对象：2018级机械设计制造及其自动化专业** |
| **开课院系：粤台产业科技学院机械设计制造及其自动化系** |
| **任课教师姓名/职称：温婷婷 /副教授** |
| **联系电话：13423465308** | **Email:** **2018233@dgut.edu.cn** |
| **答疑时间、地点与方式：By appointment /307 office** |
| **课程考核方式：**开卷**（ V）** 闭卷**（ ）** 课程论文**（ ）** 其它**（ ）** |
| **使用教材：半导体制造技术导论, 萧宏, 电子工业出版社,** **第二版, 2013****教学参考资料：**1. **VLSI制程技术,庄达人,高立图书, 2013**
2. **Semiconductor Devices: Physics and Technology, S. M. Sze,** **John Wiley,2012**
 |
| **课程简介：****本课程针对半导体组件制程技术与产业作介绍，从晶圆的制造到清洗、氧化、布植、扩散、蚀刻、金属化、黄光、磊晶、封装与CMP等。除了半导体组件发展与产业现况，半导体厂设置，晶圆准备，晶圆制造制程及测试等都会详细说明。内容包括，概述半导体制造工艺的演进与发展；半导体厂；基本的半导体制程技术； 半导体器件； 集成电路芯片；以及早期的制造工艺技术；晶体结构、 单晶硅晶圆生长， 以及硅外延技术；讨论半导体工艺中的加热过程；详细说明光学光刻工艺；讨论半导体制造过程中使用的等离子体理论； 离子注入工艺；刻蚀技术； 基本的化学气相沉积（CVD）和电介质薄膜沉积工艺， 以及多孔低k电介质沉积、气隙的应用、 原子层沉积（ALD）工艺过程； 第金属化工艺； 讨论化学机械研磨（CMP）工艺； 制程整合； 最后介绍先进的CMOS、 DRAM制程； 总结半导体工业未来的发展。该课程所需要的一些基础也是比较复杂与多样化。对于有意从事半导体产业的学生而言，这门课应该是一门很有用的科目。** |
| **课程教学目标**1. **本课程主要为半导体制程之基础课程。教学目标为使学生了解半导体基础知识，对于集成电路之前后段各站制程之原理与步骤有基本认识。**
2. **讲解半导体物理及制程的基本观念及其相关应用，使学生具备进行相关研究的基础。**
3. **本课程主要透过讲授方式进行，并配合作业使学生更加熟稔相关应用。希望学生能透过本科目，能提供日后论文研究或从事半导业相关的工作上，有所帮助，不至于发生无所适从的问题。**
 | ☑核心能力1.应用数学、基础科学和机械设计制造及其自动化专业知识能力☑核心能力2.设计与执行机械设计制造及其自动化专业相关实验，以及分析与解释相关数据的能力□核心能力3.机械工程领域所需技能、技术☑核心能力4.机械工程系统、零部件或工艺流程的设计能力□核心能力5.项目管理、有效沟通协调、团队合作及创新能力☑核心能力6.发掘、分析与解决复杂机械工程问题的能力□核心能力7.认识科技发展现状与趋势，了解工程技术对环境、社会及全球的影响，并培养持续学习的习惯与能力□核心能力8.理解职业道德、专业伦理与认知社会责任的能力 |
| **理论教学进程表** |
| **周次** | **教学主题** | **教学时长** | **教学的重点与难点** | **教学方式** | **作业安排** |
| 1 | 9/4军训 |  |  |  |  |
| 2 | 9/11军训 |  |  |  |  |
| 3 | 9/18军训 |  |  |  |  |
| 4 | 9/25 Chap.1导论及集成电路工艺 | 3 | 世界上第一个晶体,第一个集成电路芯片,摩尔定律,图形尺寸和晶圆尺寸,集成电路发展节点,集成电路发展回顾,材料制备,半导体工艺设备,测量和测试工具,晶圆生产,电路设计,光刻版的制造,晶圆制造等,无尘室技术,污染物控制和成品率,无尘室的基本结构,无尘室的无尘衣穿着程序,协议规范等。 | 课堂讲授 |  |
| 5  | 10/2 放假 |  |  |  |  |
| 6 | 10/9 Chap.2半导体基础 | 3 | 半导体基本概念：能带间隙,晶体结构,掺杂半导体,掺杂物浓度和电导率,半导体材料概要,半导体基本元器件,电容,MOSFET,存储器,微处理器,P型及N型MOS工艺, CMOS,半导体工艺发展趋势 | 课堂讲授 | 习题 |
| 7 | 10/16 Chap.3晶圆制造 | 3 | 晶体结构与缺陷,晶体的晶向,晶体的缺陷,晶圆生产技术,天然的硅材料,硅材料的提纯,晶体的提拉工艺,晶圆的形成,晶圆的完成,外延硅生长技术,气相外延,外延层的生长过程,硅外延生长的硬件设备,外延生长工艺,外延工艺的发展趋势,混合晶向技术等。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 8 | 10/23 Chap.4加热工艺 | 3 | 加热工艺的硬件设备,包括控制系统、气体输送系统、装载系统、排放系统、炉管。氧化工艺，氧化工艺的应用、氧化前的清洗工艺、氧化生长速率、干氧氧化工艺、湿氧氧化工艺、高压氧化工艺、氧化层测量技术、氧化工艺的发展趋势。扩散工艺,沉积和驱入过程、掺杂工艺中的测量。退火过程,离子注入后退火、合金化热处理、再流动过程、高温化学气相沉积、外延硅沉积、选择性外延工艺、多晶硅沉积、氮化硅沉积。快速加热工艺( RTP)系统、快速加热退火(RTA)系统、快速加热氧化(RTO)、快速加热CVD、加热工艺发展趋势。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 9 | 10/30 Chap.5光刻工艺 | 3 | 光刻胶,光刻工艺,晶圆清洗,预处理过程,光刻胶涂敷,软烘烤,对准与曝光,曝光后烘烤,显影工艺,硬烘烤工艺,图形检测,晶圆轨道步进机配套系统,光刻技术的发展趋势,分辨率增强技术,式光刻技术,双重、三重和多重图形化技术,极紫外线(EUV)光刻技术,纳米压印, X光光刻技术,电子束光刻系统,离子束光刻系统, | 课堂讲授 | 习题 |
| 10 | 11/6 期中考周 | 3 | Chap. 1 - 5 |  |  |
| 11 | 11/13 Chap.6等离子体工艺(plasma process) | 3 | 等离子体基本概念,等离子体的成分,等离子体的产生,等离子体中的碰撞,离子化碰撞,激发松弛碰撞,等离子体参数,平均自由程,热速度,磁场中的带电粒子,等离子体工艺优点,CVD工艺中的等离子体,等离子体刻蚀,溅镀沉积,等离子体增强化学气相沉积及等离子体刻蚀反应器,工艺的差异性,CVD反应室设计,刻蚀反应室的设计,遥控等离子体工艺,去光刻胶,等离子体刻蚀,等离子体清洁,等离子体CVD(RPCVD),高密度等离子体工艺,感应耦合型等离子体（ICP）。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 12 | 11/20 Chap.7离子注入工艺 | 3 | 离子注入技术的优点,离子注入技术的应用,离子注入技术简介,阻滞机制,离子射程,通道效应,损伤与热退火,离子注入技术硬件设备,气体系统,电机系统,真空系统,控制系统,射线系统,离子注入工艺过程,离子注入在元器件中的应用,离子注入技术的其他应用,离子注入的基本问题,离子注入工艺评估,安全性。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 13 | 11/27 Chap.8刻蚀工艺 | 3 | 刻蚀工艺基础,刻蚀速率,刻蚀的均匀性,刻蚀选择性,刻蚀轮廓,负载效应,过刻蚀效应,刻蚀残余物,湿法刻蚀工艺,氧化物湿法刻蚀,硅刻蚀,氮化物刻蚀,金属刻蚀,等离子体(干法)刻蚀工艺,等离子体刻蚀简介,等离子体刻蚀基本概念,纯化学刻蚀、纯物理刻蚀及反应式离子刻蚀,刻蚀工艺原理,等离子体刻蚀反应室,刻蚀终点,等离子体刻蚀工艺,电介质刻蚀,单晶硅刻蚀,多晶硅刻蚀,金属刻蚀,去光刻胶,干法化学刻蚀,整面干法刻蚀。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 14 | 12/4 Chap.9化学气相沉积与电介质薄膜 | 3 | 化学气相沉积,CVD技术说明,CVD反应器的类型,CVD基本原理,表面吸附,CVD动力学,电介质薄膜的应用,浅沟槽绝缘(STl), 侧壁间隔层,钝化保护电介质层(PD),电介质薄膜特性,折射率,薄膜厚度,薄膜应力,电介质CVD工艺,硅烷加热CVD工艺,加热TEOS CVD工艺,PECVD硅烷工艺,PECVD TEOS工艺,电介质回刻蚀工艺,TEOS工艺,高密度等离子体CVD(HDP-CVD),电介质CVD反应室清洁,RF等离子体清洁,遥控等离子体清洁,工艺发展趋势与故障排除,硅烷PECVD工艺的发展趋势,PE-TEOS发展趋势,故障解决方法,化学气相沉积工艺发展趋势,原子层沉积(ALD),高k电介质材料。 | 课堂讲授 | 随堂考Chap. 6 - 9 |
| 15 | 12/11 Chap.10金属化工艺 | 3 | 导电薄膜,多晶硅,硅化物,铝,钛,氮化钛,铜,钽,镍,金属薄膜特性,金属薄膜厚度,薄膜厚度的均匀性,应力,薄片电阻,金属化学气相沉积,钛CVD,氮化钛CVD,铝CVD,物理气相沉积,蒸发工艺,溅镀,金属化工艺过程,铜金属化工艺,预清洗,阻挡层,铜籽晶层,铜化学电镀法(ECP),铜CVD工艺。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 16 | 12/18 Chap.11化学机械研磨工艺 | 3 | CMP技术的发展,平坦化定义,其他平坦化技术,CMP技术的必要性,CMP技术优点,CMP技术应用,CMP硬件设备,研磨衬垫,研磨头,垫片调整器,CMP研磨浆,氧化物研磨浆,金属研磨用研磨浆,钨研磨浆,铝与铜研磨浆,CMP基本理论,移除速率,均匀性,选择性,缺陷,CMP工艺过程,氧化物CMP过程,铜CMP过程,CMP终端监测,CMP后清洗工艺,CMP工艺问题,CMP工艺发展趋势。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 17 | 12/25 Chap.12半导体制程整合 | 3 | 晶圆准备,隔离技术,整面全区覆盖氧化层,LOCOS,STI,自对准STI,阱区形成,单阱,自对准双阱,双阱,晶体管制造,金属栅工艺,自对准栅工艺,低掺杂漏极(LDD),阈值电压调整工艺,抗穿通工艺,金属高k栅MOS,先栅工艺,后栅工艺,混合型HKMG,互连技术,局部互连,早期的互连技术,铝合金多层互连,铜互连,铜和低k电介质,钝化。 | 课堂讲授 | 习题 |
| 18 | 1/1 Chap.13 IC工艺技术(MOS and P-N diode) | 3 | 世纪80年代CMOS工艺流程世纪90年代CMOS工艺流程,晶圆制备,浅槽隔离,阱区形成,晶体管形成,局部互连,钝化和连接垫区,2000~2010年CMOS工艺流程,20世纪10年代CMOS工艺流程,内存芯片制造工艺,DRAM工艺流程,堆叠式DRAM工艺流程,半导体工艺发展趋势和总结 | 课堂讲授 | 习题 |
| 19 | 1/8期末考周 | 3 | Chap. 8 - 12 |  |  |
| 20 | 1/15期末考周 |  |  |  |  |
| **合计：** |  |  |  |  |
| **实践教学进程表** |
| **周次** | **实验项目名称** | **学时** | **重点与难点** | **项目类型（验证/综合/设计）** | **教学****方式** |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 合计： |  |  |  |  |
| **成绩评定方法及标准** |
| **考核形式** | **评价标准** | **权重** |
| Midterm Exam | (Chap. 1 - 5)/ （按评分标准定） | 30% |
| Quizs | (Chap. 6 - 9)/ （按评分标准定） | 20% |
| Final Exam. | (Chap. 10 -13)/ （按评分标准定） | 30% |
| Homeworks | 课后习题 / 是否按时交，是否抄袭 | 20% |
| **大纲编写时间：2018.09.18** |
| **系（部）审查意见：**。系（部）主任签名： 日期： 年 月 日 |
|  |
|  |

**注：1、课程教学目标：请精炼概括3-5条目标，并注明每条目标所要求的学习目标层次（理解、运用、分析、综合和评价）。本课程教学目标须与授课对象的专业培养目标有一定的对应关系**

 **2、学生核心能力即毕业要求或培养要求，请任课教师从授课对象人才培养方案中对应部分复制（http://jwc.dgut.edu.cn/）**

 **3、教学方式可选：课堂讲授/小组讨论/实验/实训**

 **4、若课程无理论教学环节或无实践教学环节，可将相应的教学进度表删掉。**