

# 《微纳制造技术》教学大纲

课程代码: NANA2027

课程名称: 微纳制造技术

英文名称: Nanofabrication

课程性质: 专业教学课程

学分/学时: 2分/36时

考核方式: 闭卷考试、课堂报告、课后作业

开课学期: 5

适用专业: 纳米材料与技术

先修课程: 半导体器件物理

后续课程: 新能源材料与技术、纳米材料表征技术

开课单位: 纳米科学技术学院

课程负责人: 揭建胜

大纲执笔人: 揭建胜

大纲审核人: 王照奎

选用教材: 唐天同,《微纳加工科学原理》,电子工业出版社,2010年

## 一、课程目标

通过本课程的理论教学与课后作业,使学生具备以下能力:

1.熟悉微纳制造常用的工艺及方法,了解其应用场景及对比不同方法之间优缺点;可以运用公式计算解决材料选择、加工参数相关问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有一定了解。(支撑毕业要求指标点1-2)

2.了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识,建立相关领域的知识储备结构,并能在今后的工作中加以结合与应用。(支撑毕业要求指标点2-2)

## 二、教学内容

### 第一章 绪论

课时: 1周,共2课时

教学内容:

一、微电子的发展历史

二、集成电路基本工艺流程

三、纳米制造的发展

要求学生:了解微电子工业以及微纳制造技术的发展历史,认识当前集成电路加工的主要流程和工艺。

### 第二章 微电子与光电子集成技术中使用的材料

课时: 2周,共4课时

教学内容

#### 第一节 晶体结构与性质

一、晶体的几何结构

二、晶体的电学性质

三、晶体的光学性质

#### 第二节 半导体材料

一、元素半导体

二、III-V族半导体

三、II-VI族半导体

#### 四、IV-IV族化合物半导体

##### 第三节 纳米结构与材料

###### 一、半导体超晶格结构

###### 二、量子阱、量子线和量子点

要求学生：对晶体材料的几何结构、能带结构和电学性质基础认知；了解硅与几种典型半导体材料的特点和用途；了解新型一维、二维材料的结构特点以及用途。

#### 第三章 光刻

课时：2周，共4课时

教学内容

##### 第一节 光学光刻

###### 一、接触式和接近式曝光光刻

###### 二、投射式光刻

###### 三、先进光刻技术和其他改进分辨率的方法

##### 第二节 光刻胶

###### 一、光刻胶类型

###### 三、涂敷和显影工艺

###### 三、光刻胶的化学放大和对比度增强技术

##### 第三节 X射线曝光技术

###### 一、X射线曝光原理

###### 二、X射线曝光技术应用

要求学生：了解光刻技术的种类；学会改进分辨率的方法及相关参数计算；熟悉光刻工艺的具体步骤；认识新型光刻设备的优点及其应用；掌握使用软件绘制简单的光刻掩膜版的能力。

#### 第四章 刻蚀技术

课时：2周，共4课时

教学内容

##### 第一节 化学湿法腐蚀技术

###### 一、硅的各向异性腐蚀

###### 二、硅的各向同性腐蚀

##### 第二节 干法刻蚀之一：反应离子刻蚀

##### 第三节 干法刻蚀之二：物理刻蚀

要求学生：了解刻蚀技术的概念及原理；掌握运用公式计算获取加工参数的能力；理解湿法与干法刻蚀的区别及各自的应用场景。

#### 第五章 掺杂与热氧化

课时：2周，共4课时

教学内容

##### 第一节 扩散

###### 一、概述

###### 二、扩散方程

###### 三、固相扩散的物理模型

###### 四、扩散设备

##### 第二节 热氧化

###### 一、概述

###### 二、硅的热氧化过程及氧化层的性质

###### 三、氧化设备

###### 四、等离子体氧化

##### 第三节 离子注入

###### 一、概述

###### 二、离子注入设备

- 三、离子注入过程
- 四、离子注入的沟道效应与辐射损伤
- 五、退火

要求学生：了解掺杂和热氧化相关技术概念、原理；掌握运用公式计算获取加工参数的能力；了解相关设备的原理、优缺点及适用场景。

## 第六章 薄膜沉积

课时：2周，共4课时

教学内容

### 第一节 蒸发沉积

- 一、蒸发、升华和凝结
- 二、真空蒸发沉积及装置
- 三、多组分薄膜的沉积

### 第二节 溅射沉积

- 一、溅射简介
- 二、溅射沉积过程和沉积速率
- 三、离子束沉积

### 第三节 化学气相沉积

- 一、概述
- 二、化学气相沉积的原理
- 三、化学气相沉积装置

### 第四节 外延生长

- 一、概述
- 二、分子束外延
- 三、金属有机化合物气相外延

要求学生：了解几种典型的薄膜沉积技术；了解其相关设备的原理、优缺点及适用场景。

## 第七章 电子束与聚焦离子束加工技术

课时：2周，共4课时

教学内容

### 第一节 电子束曝光技术

- 一、电子光学原理
- 二、电子束曝光系统
- 三、电子束抗蚀剂及其工艺

### 第二节 聚焦离子束加工技术

- 一、聚焦离子束系统
- 二、聚焦离子束加工原理
- 三、聚焦离子束加工技术的应用

要求学生：了解电子束曝光与光子曝光的关系与区别；理解电子的光学原理；认识两种加工技术相关设备及其工作原理、技术优势和相关应用场景。

## 第八章 新型微纳制造技术

课时：5周，共10课时

教学内容

### 第一节：MEMS/NEMS

- 一、纳微机电系统的制造
- 二、纳微机电系统的应用

### 第二节 纳米压印技术

- 一、热压印
- 二、紫外纳米压印
- 三、软光刻

### 第三节 扫描探针纳米加工

一、扫描探针技术原理

二、扫描探针技术应用

### 第四节 自组装式纳米加工

一、自组装技术原理

二、自组装技术应用

### 第五节 3D 纳米结构的制备及纳米器件应用

一、3D 纳米结构的制备

二、纳米器件及应用

要求学生：了解上述几种新型微纳制造技术的概念、原理及应用场景；对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识，建立相关领域的知识储备结构。

## 三、课程成绩

### 1. 考核方式

| 课程目标   | 考核内容                            | 考核方式           |
|--|---------------------------------|----------------|
| 熟悉微纳制造常用的工艺及方法,了解其应用场景及对比不同方法之间优缺点;可以运用公式计算解决材料选择、加工参数相关问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有一定了解。<br>(支撑 1-2 指标点)                                  | 微纳制造常用工艺方法种类及其优缺点和适用场景;加工参数的计算。 | 课后作业、闭卷考试      |
| 了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识;建立相关领域的知识储备结构,并能在今后的工作中加以结合与应用。(支撑 2-2 指标点) | 对微纳制造方案做整体设计;对微纳加工未来发展方向的认识与分析。 | 课堂报告、课后作业、闭卷考试 |

### 2. 成绩评定方法

|        | 期中考试权重 | 期末考试权重 | 课后作业、课堂汇报权重 |
|--------|--------|--------|-------------|
| 课程目标 1 | 0.29   | 0.36   | 0.4         |
| 课程目标 2 | 0.71   | 0.64   | 0.6         |

### 3. 课程目标（即毕业要求指标点）达成度评价方法：

课程目标 n 达成度 = (课后作业、课堂汇报平均分\*课后作业、课堂汇报权重\*25%+期中平均分\*期中权重\*30%+期末平均分\*期末权重\*45%)/(100\*课后作业、课堂汇报权重\*25%+100\*期中权重\*30%+100\*期末权重\*45%)

### 4. 评分标准：

| 课程目标                      | 90-100<br>(优秀)            | 75-89<br>(良好)             | 60-74<br>(及格)             | 0-59<br>(不及格)             |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 熟悉微纳制造常用的工艺及方法,了解其应用场景及对比 | 完全熟悉微纳制造常用的工艺及方法,充分了解其应用场 | 熟悉微纳制造常用的工艺及方法,了解其应用场景及对比 | 基本熟悉微纳制造常用的工艺及方法,相对了解其应用场 | 不熟悉微纳制造常用的工艺及方法,没有足够了解其应用 |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
| <p>不同方法之间优缺点;可以运用公式计算解决材料选择、加工参数相关问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有一定了解。</p>   | <p>景及对比不同方法之间优缺点;熟练运用公式计算解决材料选择、加工参数相关问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有一定了解。</p>  | <p>不同方法之间优缺点;可以运用公式计算解决材料选择、加工参数相关问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有一定了解。</p>   | <p>景及对比不同方法之间优缺点;可以运用公式计算解决材料选择、加工参数相关简单问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势有基本了解。</p>  | <p>场景及对比不同方法之间优缺点;不能运用公式计算解决材料选择、加工参数相关简单问题;对新兴微纳制造技术及未来发展趋势了解不充分。</p>             |
| <p>了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识,建立相关领域的知识储备结构,并能在今后的工作中加以结合与应用。</p> | <p>熟悉微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有较为全面的认识,建立相关领域的知识储备结构,并能在今后的工作中加以结合与应用。</p> | <p>了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识,建立相关领域的知识储备结构,并能在今后的工作中加以结合与应用。</p> | <p>基本了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,并结合微纳制造工艺在集成电路、纳米传感、光电子等器件领域应用,对微纳制造这一前沿研究领域有初步认识,建立相关领域的知识储备。</p> | <p>未完全了解微纳制造工艺的基本概念、方法、理论、加工设备的发展演变过程和发展趋势,对微纳制造这一前沿研究领域认识不完善,未能建立相关领域的知识储备结构。</p> |