

# 《低维材料》课程教学大纲

## 一、课程概况

课程名称	低维材料	课程号	107412026	
课程英文名称	Low dimensional materials	学时/学分	36/2	
课程性质	选修	适用专业	功能材料、新能源材料与器件	
课程负责人	王琦	教学团队	刘德全	
选用教材及参考书目	参考书目：郑伟涛：薄膜材料与薄膜技术（第2版），化学工业出版社，2008 杨帮朝，薄膜物理与技术，电子科技大学出版社，2006 成会明，低维材料概论，科学出版社，2023			
<p><b>课程简介：</b>本课程是新能源材料与器件专业本科生必修的专业选修课。该课程的主要内容可分为真空技术基础、薄膜制备的化学方法、薄膜制备的物理方法、薄膜的形成与生长、低维材料表征及低维材料的应用等部分，其中真空技术基础主要包括真空物理基础、真空杂质原子对薄膜纯度影响、真空的获得与测量等。薄膜制备的化学方法主要包括化学气相沉积、热生长、电化学沉积、溶液化学反应等。薄膜物理气相沉积主要包括蒸发、溅射、离子PVD。薄膜的形成与生长包括薄膜生长的过程与模式、薄膜形核理论等。低维材料的表征包括形貌、结构及物性的表征手段和方法。低维材料的应用分为信息、能源、复合材料的应用等内容。</p> <p>通过该课程的学习使学生全面地了解 and 掌握薄膜材料的基本概念、知识理论及基本模型和分析方法，为学生将来从事与新能源相关的半导体材料、半导体器件的理论研究和应用研究打好基础，为进一步学习相关学科的其他课程提供理论依据。</p>				
<b>课程目标 (Course Objectives, CO)</b>				
知识目标 (CO1)	掌握薄膜材料的基本概念			
	掌握薄膜材料的制备方法			
	掌握真空的获得测量及真空制备薄膜的影响			
能力目标 (CO2)	理解真空薄膜材料的特点，对多行业发展的重要影响			
	构建真空搭建和测量能力			
	灵活用不同薄膜沉积方式获得薄膜的特点			
素质、情感价值观目标 (CO3)	为后续从事半导体材料研发、工作奠定坚实的理论基础			
教学方式 (Pedagogical Methods, PM)	☑PM1 讲授法教学	27学时 86%	☑PM2 研讨式学习	1学时 2.8%
	☑PM3 案例教学	1学时 2.8%	☑PM4 翻转课堂	1学时 2.8%
	☑PM5 混合式教学	1学时 2.8%	☑PM6 体验式学习	1学时 2.8%

<b>考核方式</b> (Evaluation Methods,EM)	考试 课 必 选	□EM1 课程作业	%	□EM 2 单元测试	%	□EM3 课堂辩论	%
		□EM4 期中考试	%	□EM5 期末考试	%	□EM6 撰写论文/ 实验报告	%
	考 查 课 必 选	□EM1 课程作业	%	□EM 2 单元测试	%	□EM3 课堂辩论	%
		□EM4 期末考试	%	□EM5 撰写论文/ 实验报告	%		
	自 选	<input checked="" type="checkbox"/> EM1 课堂作业	20%	<input checked="" type="checkbox"/> EM2 课堂讨论	30%	<input checked="" type="checkbox"/> EM3 撰写论文	50%
		□EM13 实践	%	□EM14 期末考试	%		

## 二、教学大纲的定位说明

### (一) 课程教学目标与任务

1.使学生能够准确地解释说明薄膜材料的发展历程、分类、制备方法。

2.能够准确掌握真空的基础知识，真空的获得原理和方法，真空的测量方法。

3.掌握真空度对真空镀膜薄膜杂质含量的影响关系、包括真空系统基本组成单元，掌握用极限压力、抽气方程估算系统的抽速和漏率。

4.能够重点掌握常见的薄膜化学气相沉积原理及方法，归纳薄膜化学气相沉积的优缺点。了解化学气相沉积化学反应发生的条件，影响低维薄膜生长的主控参数；

5.能够重点掌握常见的薄膜物理气相沉积原理及方法，归纳薄膜物理气相沉积的优缺点。理解物理气相沉积薄膜沉积速率、均匀性的主要影响参数，了解不同物理气相沉积的优缺点和使用场景；

6.能够重点掌握真空薄膜材料形核与生长理论；掌握真空薄膜不同生长模式的主控因素和基本规律；掌握气固相变的自发和非自发形核理论。

### (二) 课程教学目标与培养目标的关系

课程目标		支撑的毕业要求	支撑强度
知识目标 (CO1)	1-3	1	L
能力目标 (CO2)	4-6	2	L
素质、情感价值观目标 (CO3)	7	3、4、6	L

### (三) 支撑课程目标的教学内容与方法

讲授为主，辅以案例教学。

#### **（四）先修课程要求，与先修及后续相关课程之间的逻辑关系和内容衔接**

先修课程：普通物理、热力学统计物理、半导体物理

本课程的学习需要掌握普通物理热学基础知识及热力学统计物理的基本物理概念、模型及理论。需要了解真空基本物理性质、真空气体分子运动规律和模型、热传递、电桥法测量等基本概念。这几门课程分别为本课程的学习提供最基本的理论支持。同时低维材料是研究生阶段材料相关科学研究的基本理论基础。

#### **（五）检验课程目标达成度的考核方法和评分标准**

课程作业（20%）：课后作业能独立完成，给出清晰的解答过程及明确的结果视为合格，根据具体作业情况给出等级评分。

课堂及分组报告讨论（30%）：通过学生的考勤率及薄膜材料制备方法分组报告，给出具体评分等级。

低维材料前沿进展研究报告 PPT（50%）：通过结合具体低维薄膜制备方法，调研在不同应用领域的最新进展和遇到的瓶颈，并结合薄膜材料基础知识，给出自己的观点。

### **三、课程内容与安排**

#### **第一章 真空技术基础（共6学时）**

**学习目标：**了解真空的基本概念和知识，掌握真空的获得和测量技术基础知识。

**教学重点：**真空的性质，包括真空度的单位、真空的性质、真空区域的划分、气体的吸附及脱附；真空的获得，包

括各类真空泵的工作原理及适用场景；真空的测量，包括各类真空计或规的工作原理和适用场景。

**教学难点：**真空系统中真空度、抽速和漏率等与薄膜质量间的影响关系。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

## 第二章 薄膜制备的化学方法（共8学时）

**学习目标：**重点掌握薄膜的各类化学沉积技术的原理、分类、设备工艺及应用场合，其他基于化学方法的薄膜制备技术的原理、特点和应用领域。

**教学重点：**各类化学气相沉积的优缺点、薄膜生长化学反应动力学生长反应装置。

**教学难点：**针对低维材料应用场景中化学反应沉积装置中化学反应原理、反应温度、反应气压等的综合设计和理解。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

## 第三章 薄膜制备的物理方法（共8学时）

**学习目标：**重点掌握各类物理气相薄膜沉积技术原理、所沉积薄膜的特点及薄膜均匀性等影响因素等。

**教学重点：**蒸发的物理机制、蒸发速率的影响因素，薄膜杂质含量和均匀性的影响因素；溅射的物理过程，溅射的主要工艺参数，各类溅射装置的优缺点。

**教学难点：**蒸发装置中点蒸发源和小平面蒸发源均匀沉积面的影响，不同溅射装置的物理设计原理。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

## 第四章 薄膜的形成与生长（共4学时）

**学习目标：**掌握薄膜的生长模式划分和主要控制因素和

规律：了解薄膜气固相变的自发形核理论和薄膜的非自发形核理论。

**教学重点：**薄膜自发成核和非自发成核的热力学分析。

**教学难点：**薄膜生长模式划分以及各模式出现条件和特点。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

#### 第五章 低维材料表征（共4学时）

**学习目标：**重点掌握低维材料形貌、尺度表征手段；掌握低维材料结构表征的主要手段；了解主要的低维材料力、热、光、电、磁等性质表征主要手段。

**教学重点：**低维材料光电性能的表征，深入学习其电输运性质。

**教学难点：**低维材料形貌、结构、性质表征中不同原理表征手段的对比与选择。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

#### 第六章 低维材料应用（共6学时）

**学习目标：**重点掌握低维材料在信息科学和能源材料领域的主要应用场景，所解决目前信息科学和能源材料领域发展的主要瓶颈和问题；了解低维材料在复合材料领域的主要应用场景和所起的主要作用。

**教学重点：**低维材料的尺度和表面特性如何赋予信息材料、能源材料及复合材料各种截然不同的性质和行为。

**教学难点：**量子限域效应、表面能效应等理解。

**教学方法：**课堂及线上讲授，结合线上线下答疑。

制定人：王琦

审定人：王连文

批准人：贺德行

日期：2024.10.10