

《微纳器件实验》课程教学大纲

一、课程概况

课程名称	微纳器件实验	课程号	207412008
课程英文名称	Experiments for micro and nano devices	学时/学分	36/1
课程性质	选修	适用专业	材料物理、功能材料、新能源材料与器件
课程负责人	白所	教学团队	成立
选用教材及参考书目	讲义		

课程简介：《微纳器件实验》实践课程是《纳米科学与技术》讲授课程的补充和延伸，有助于学生较为全面深入地认知了解纳米材料与纳米技术。该课程不仅开设有基础类实验，还有大量应用性和综合性等提高类实验，此外还开展了创新类实验教学，有利于学生实践、创新和创业能力的培养。可以让学生对纳米材料、纳米技术和微纳器件的最新发展有所了解，以便开阔视野、紧跟学科前沿。通过实验使学生掌握纳米材料、纳米技术和微纳器件基本理论和方法，同时培养学生的自学能力、获取信息的能力、阅读和理解相关专业参考资料的能力，锻炼实践动手能力，为将来进一步的科学研究和实际应用打下良好的基础。

课程目标 (Course Objectives, CO)

知识目标 (CO1)	1.了解设备的工作原理和 workflow
	2.了解基本器件的工作原理和器件设计思想
	3.了解微纳材料和器件的性能特点
	4.掌握测量材料物理性能的典型方法
能力目标 (CO2)	5.学会基本实验仪器的操作
	6.初步掌握微纳材料的制备、微纳器件的制作技术
	7.能够独立设计简单的器件
	8.培养分析实验问题和解决问题的能力
素质、情感价值观目标 (CO3)	9.通过实验提高对技术问题的理解能力、交流能力，自主学习与终身学习意识。

教学方式 (Pedagogical Methods, PM)	<input type="checkbox"/> PM1 讲授法教学	学时 %	<input type="checkbox"/> PM2 研讨式学习	学时 %
	<input type="checkbox"/> PM3 案例教学	学时 %	<input type="checkbox"/> PM4 翻转课堂	学时 %
	<input checked="" type="checkbox"/> PM5 混合式教学	学时 100%	<input type="checkbox"/> PM6 体验式学习	学时 %

考核方式 (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	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM6 撰写论文/实验报告	50%
	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	□EM10 课堂互动	%	<input checked="" type="checkbox"/> EM11 实验	50%	□EM12 实训	%
		□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

本课程为材料专业的本科生提供纳米材料、微纳器件、材料物理性能实验支持，以“材料实验方法、器件加工、微纳器件的测试以及材料性能和规律的研究”为主线，突出“性能测量、性能分析、性能研究”的训练为本实验课程的目的。

1.使学生初步掌握微纳材料的制备、微纳器件的制作与性能表征技术。

2.掌握测量材料物理性能的一些方法,熟悉常用测试手段与装置的应用。

3.学习了解设备的工作原理、器件设计思想,可以为将来提高学生分析问题和解决问题的能力,以及设计和创新的能力,将理论与实践紧密地结合起来、为将来进一步的科学研究和工程应用打下基础。

(二) 课程教学目标与培养目标的关系

毕业要求	1.1	3.1	4.1	4.2	4.3	4.4	10.1	12.1
教学目标								
1	√							
2	√							
3	√							
4	√							
5		√						
6		√	√					
7				√	√			
8						√	√	
9								√

（三）支撑课程目标的教学内容与方法

教学方法：

（1）讲授方法、实验相关设备结构组成及使用方法特点，以提高教学效果及效率；

（2）以学生动手操作、数据收集记录、处理为主，以教师操作演示为辅，二者有机结合；最后以交流讨论等方式进行课堂互动，吸引学生的注意力、激发学生的学习热情，提高学生的学习效果。

（3）以本平台综合实验与其他综合实验平台实验相结合，实现实验内容的融合、操作的延续；

（4）以实验课内学时与课外学时相结合，提高实验的质量与效率。

教学手段：

（1）以常见的、典型（重要）实验方法为讲解对象，深入分析材料制备及性能测试的要求、特点，使学生具备选择和规范操作使用（开发）满足制备特定功能材料需求的设备及分析问题的能力；

（2）采用小组教学，要求每一位学生根据实验内容安排，互助合作，共同完成每个实验项目，熟悉每个实验的原理及相关使用设备的结构特点，完整记录实验数据，独立处理实验数据，得出实验结果，并分析讨论实验误差。

（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、普通化学、材料科学基础、材料合成与制备、纳米科学与技术等课程。

(五) 检验课程目标达成度的考核方法和评分标准

1.每项实验结束后,学生都要按上课教师的具体要求以书面的形式做一定数量的思考题。

2.每项实验结束后,学生都要在两周内上交实验报告。

3.学生也可以结合本课程的内容与自己的兴趣,设计一个拓展性实验,作为讨论与交流的内容,供同学及上课老师评定。

成绩占比:

(1) 课前预习及现场操作 (20%);

(2) 操作方法与熟练程度 (30%);

(3) 实验报告 (50%)。

三、课程内容与安排

教学重点:

(1) 本课程以介绍材料类专业典型的共性实验为主体,主要包括陶瓷功能材料、无机非金属材料、功能材料制备与成形、功能薄膜材料、能源材料、光电材料等专业主干课程的实验。

(2) 在实验内容的选择上,尽可能安排以全面提高学生实验技能为主的常规基础性实验,并大体按照功能材料的制备工艺流程、器件的加工以及性能表征进行实验设计以实现实验内容的系统性和科学性。

(3) 在全面了解与掌握功能材料常规制备方法的基础上,重点学习化学气相沉积技术、光刻加工技术、压电纳米发电机、摩擦纳米发电机、光敏器件、气敏器件以及微弱信号测量技术。

重点学习的实验项目内容包括：化学气相沉积制备纳米材料（4学时）、静电纺丝法制备纳米材料（4学时）、微纳器件的光刻加工工艺（4学时）、压电纳米发电机的制作和性能测试（4学时）、摩擦纳米发电机的制作和性能测试（4学时）以及光电导型紫外传感器的制备及性能测试（4学时）。

教学难点：

（1）综合实验课程是实践性最强的课程之一，实验内容要求系统和紧密，各个实验项目又有相对的独立性和针对性，密切结合学生的理论课程知识储备，培养学生对微纳材料制备工艺，性能测试方法，实验设备的认识及实际操作能力，提高授课质量与效果。

（2）通过本课程学习，要求掌握各微纳材料制备、微纳器件加工工艺以及性能测试的主要设备和新型设备的工作原理、结构特点、应用范围、控制方法等，具备合理选择及使用相关设备制备功能材料实践的能力。

教学内容与学时的总体安排，如下表所示。

完成必做实验后，学生需完成 12 个学时的选做实验。

序号	实验项目名称	主要内容	实验要求	实验类型	计划学时
1	化学气相沉积制备纳米材料	利用化学气相沉积的方法，以固态材料为生长源制备纳米材料，掌握化学气相沉积的基本原理和工艺流程，分析不同沉积区域纳米材料的形貌和结构。	必做	基础型	4
2	静电纺丝法制备纳米材料	利用高压静电纺丝的方法制备纳米纤维，分别制作有机纳米材料和无机纳米材料，学习静电纺丝法的基本原理和流程以及简单的调控方法。	必做	基础型	4

3	微纳器件的光刻加工工艺	以功能纳米材料为基础材料，利用光刻的方法制备微纳器件，学习光刻技术中的清洗、旋胶、前烘、曝光、后烘、显影等工艺。	必做	基础型	4
4	压电纳米发电机的制作和性能测试	以压电纳米材料为基础材料在支撑薄膜上制作拉伸型压电纳米发电机，并对其开路电压、短路电流等基础性能进行测试。学习压电纳米发电机的基础原理、制作方法和性能测试方法。	必做	基础型	4
5	摩擦纳米发电机的制作和性能测试	利用电负性相差较大的高分子材料制作接触分离式摩擦纳米发电机利用静电纺丝法制备纳米线纤维增大有效摩擦面积，并对其开路电压、短路电流等基础性能进行测试。学习摩擦纳米发电机的基础原理、制作方法和性能测试方法。	必做	基础型	4
6	光电导型紫外传感器的制备及性能测试	以光敏纳米线为基础材料，利用光刻加工—蒸镀方法制备光电导型紫外传感器，测试其灵敏度、响应范围、响应速度、回复速度以及测试下限，对不同响度光响应进行标定。学习光电导型紫外传感器的基础原理、制作方法和性能测试方法。	必做	基础型	4
7	粉体薄膜型气敏微纳器件的制备及性能测试	利用气敏粉体材料制作薄膜型气体传感器，并对气体传感性能进行测试，包括灵敏度、响应曲线、检测下限等。	选做	基础性	4
8	功能陶瓷成型与烧结实验	研究陶瓷材料烧结最佳工艺条件，学习吸水率，表面气孔率，实际密度，线收缩率的测定方法	选做	基础性	4
9	功能陶瓷材料的介电性能测试	采用固相反应法制备钛酸钡功能陶瓷材料，测试陶瓷的介电性能与频率及温度的关系。	选做	基础性	4

10	不同形貌纳米银的制备与表征	利用多元醇法与超声、微波相结合制备球形纳米银材料，紫外可见吸收光谱观察吸收峰。	选做	基础性	2
11	金纳米颗粒的制备和修饰	利用还原法制备金纳米颗粒，研究金纳米颗粒粒径、分散度的控制以及功能化修饰。	选做	基础性	4
12	硅纳米线的制备	利用纳米金作为催化剂，利用湿法刻蚀制作硅纳米线。调控纳米线的尺寸和形貌。	选做	基础性	4
13	热蒸发制备金属纳米薄膜	利用高温蒸发的方法制备金属纳米薄膜，研究其工艺流程和参数。	选做	基础性	4
14	微弱电流电压信号测量	学习微弱电信号测量的原理和基本方法，学习基本仪器和测试软件的操作和使用。	选做	基础性	4
15	金相显微镜及体式显微镜的使用	学习金相显微镜及体式显微镜的使用方法，利用金相显微镜对微纳粉体进行粒径和分散度的分析。	选做	基础性	2
16	双端型微米线器件的制作和性能测试	利用化学气相沉积或者静电纺丝法制备的微米线在体式显微镜环境下手工制作银浆或者碳浆电极，制作双端型微米线器件，并测试其光敏或者气敏性能。	选做	基础性	4
17	气敏纳米材料的制备	分别采用液相法和球磨制备气敏粉体材料，掌握液相法和球磨制备粉体材料的基本方法。	选做	基础性	4
18	化学气相沉积制备氧化镓纳米材料	利用化学气相沉积的方法，以固态材料为生长源，制备氧化镓纳米材料，掌握化学气相沉积的基本原理和工艺流程，分析不同沉积区域纳米材料的形貌和结构。	选做	基础型	4
19	光刻工艺优化	开放实验，学生自行设计实验内容和方案。	选做	拓展型	2
20	纳米结构复合薄膜光电导器件的制备及性	开放实验，学生自行设计实验内容和方案。	选做	拓展型	4

	能测试				
21	风力驱动摩擦 纳米发电机	开放实验，学生自行设计实验 内容和方案。	选做	拓展型	4
22	流体驱动摩擦 纳米发电机	开放实验，学生自行设计实验 内容和方案。	选做	拓展型	4
23	纳米线生物传 感器	开放实验，学生自行设计实验 内容和方案。	选做	拓展型	8

制定人：白所

审定人：王连文

批准人：贺德行

日期：2024.10.10