

上海大学

半导体装备与 AI 制造微专业

人才培养方案

(2025 级)

一、培养目标

立足上海集成电路产业和未来集成电路发展需求，产教融合培养，具备微电子及其交叉学科的基础知识，初步具有半导体装备制造技术的工程人才。

完成本课程学习后，达到以下具体目标：

1. 能够从事集成电路行业的装备制造工作，尤其是具备从事集成电路与所学专业第一专业交叉的产业领域生产、装备开发和相关管理工作的能力。

2. 在集成电路及相关领域具有就业竞争力，并有能力进入研究生阶段学习，能够承担半导体装备及交叉学科领域的研发任务。

3. 对集成电路产业有一定了解，熟悉半导体装备研制流程，具备一定的半导体装备领域创新创业能力，具备进行相关装备产业化的能力。

二、培养要求

1. 能够掌握集成电路相关物理知识，掌握半导体制造中的原子层沉积、精密加工以及集成电路中的器件类型、结构和性能相关知识，并能够将这些知识应用于半导体装备制造相关工程实践，解决半导体装备制造中出现的技术与工程问题。

2. 能够将集成电路知识、半导体精密制造技术与第一专业知识进行交叉融合，掌握交叉领域的知识和应用实践能力，并应用这些知识和能力解决半导体装备与其他学科交叉领域的工程问题。

3. 能够基于集成电路和装备制造工程相关背景知识进行合理分析，评价微电子器件、半导体装备和系统应用方面的专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。

三、修读年限、学分、证书或证明

1. 修读年限：2年，且不超出主修专业修读年限

2. 学分：25

3. 证书或证明

修满规定学分、达到要求的，颁发修读证书；未达授证标准的，颁发修读证明。

四、课程设置：

课程编号	课程名称	学 分	理 论	实 践	总 学	理 论	实 验	上 机	其 他	排 课	学年学期	备注
------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	----

			学 分	学 分	时	学 时	学 时	学 时	实 践 学 时	学 时		
36W15001	集成电路物理与器件基础	6	6		60	48				48	一(秋 9-16)	
36W15006	集成电路产业与技术导论	1	1		10	8				8	一(秋 1-8)	
36W15008	集成电路知识产权	2	2		20	16				16	一(秋 9-16)	
36W15003	集成电路制造技术	4	4		40	40				40	一(春 1-8)	
36W15005	集成电路综合实验与实践	1		1	20			16		16	一(春 9-16)	
09W85001	先进机电集成装备制造基础	4	3	1	50	32	16			48	一(春 1-8)	
09W85002	集成电路精密加工技术及应用	4	3	1	50	32	16			48	一(春 9-16)	
09W85003	集成电路装备中的人工智能技术及应用	3	2	1	40	16	16			32	一(春 1-8)	

五、先修课程及相关要求

修习要求：理工科背景。

先修课程：高等数学（微积分）、大学物理、大学化学类

六、课程简介

1. 集成电路物理与器件基础(Fundamentals of Integrated Circuits Physics and Device) (6 学分)

课程编号：36W15001

任课教师：王震宇、巴坤

课程目标：

掌握半导体中的电子状态，杂质和缺陷能级，半导体中的载流子的统计分布及运动规律，掌握半导体器件物理方面的基本原理，器件理论，设计方法，以及分析问题和解决问题的方法。

课程内容：

半导体中的电子状态，杂质和缺陷能级，半导体中的载流子的统计分布及运动规律，PN 结，异质结，金属与半导体接触的基本理论，集成电路基本元器件的基本结构、基本工作原理及其基本性质和参数分析。基于所学的集成电路基本元器件的基本结构、基本工作原理，能够对微电子器件、集成电路领域的相关基本问题进行认识和分析，并为学习后续课程准备必要的专业基础知识。

教材与主要参考书：

《半导体物理学》 刘恩科 等，电子工业出版社，2017

《半导体器件物理》 刘树林 等，电子工业出版社，2005

先修课程：固体物理学

建议选课对象：集成电路领域微专业本科生

2. 集成电路产业与技术导论(Introduction to Integrated Circuits Industry and Technology) (1 学分)

课程编号：36W15006

任课教师：企业导师、李意

课程目标：

通过课程了解集成电路产业发展前沿动态。

课程内容：

本课程主要由企业导师讲授，内容紧跟集成电路发展前沿，主要介绍集成电路产业发展现状与最新动态、集成电路产业布局、集成电路产业关键技术与产品介绍等。

先修课程：无

建议选课对象：集成电路领域微专业本科生

3. 集成电路知识产权(Integrated Circuit (IC) and Intellectual Property) (2 学分)

课程编号：36W15008

任课教师：徐聪、刘茗

课程目标：

本课程旨在帮助学生系统掌握集成电路基础知识与知识产权核心法规的交叉应用，理解专利、著作权、商标、商业秘密及布图设计专有权在集成电路产业中的具体实践，培养学生具备初步的知识产权管理、保护和风险防控能力。

课程内容：

集成电路知识产权保护的基本理论、专利、著作权、商标、商业秘密、布图设计等在集成电路产业中的具体应用和保护策略等。

教材与主要参考书：

袁真富：《公司知识产权管理：思路与策略》，清华大学出版社。

马昊：《集成电路布图设计专有权保护》，知识产权出版社。

陈大纪、张春野、蔡嘉诚：《集成电路产业标准与专利协同创新分析》，知识产权出版社。

先修课程：大学物理

建议选课对象：集成电路领域微专业本科生

4. 集成电路制造技术(Integrated Circuits Manufacturing Technology) (4 学分)

课程编号：36W15003

任课教师：李俊、姜琳、李恩龙、李意

课程目标：

通过本课程学习了解和掌握微电子器件和集成电路的制造工艺及原理。

课程内容：

了解半导体行业和行业的发展趋势、掌握微电子工艺技术的概念、掌握常见半导体材料及其性质、理解和掌握集成电路制造所需的各种基本单项工艺，包含晶圆制备、污染控制、气体控制、氧化、掺杂、光刻、刻蚀、淀积、金属化、化学机械平坦化等技术；掌握半导体制造后道工艺，包含硅片测试、封装和装配技术。掌握简单器件结构、掌握如何将单项工艺集成为常见的 CMOS 集成电路工艺。

教材与主要参考书：

《集成电路制造技术——原理与工艺》 王蔚 等，电子工业出版社

先修课程：集成电路物理与器件基础

建议选课对象：集成电路领域微专业本科生

5. 集成电路综合实验与实践(Lab Training and Practice on Integrated Circuits) (1 学分)

课程编号: 36W15005

任课教师: 徐萌、徐铁英、凌晓

课程目标:

通过理论上机实验,掌握集成电路器件与工艺仿真的基本原理和方法,了解集成电路设计的主要软件。加深学生对理论课程的理解,培养对各门课程知识的综合应用能力。

课程内容:

介绍集成电路器件与工艺仿真基本原理和方法。通过示例讲述并实践工艺模型的建立、语法格式和参数设定。实验方面使用仿真软件对微电子器件进行模拟;介绍基础电路的仿真和基础 EDA 软件的使用;介绍并应用 Cadence 的基本功能等。

先修课程: 集成电路物理与器件基础

建议选课对象: 集成电路领域微专业本科生

6. 先进机电集成装备制造基础(Advanced Electromechanical Integrated Equipment Manufacturing Foundation) (4 学分)

课程编号: 09W85001

任课教师: 崔泽、柯显信、丁卫

课程目标:

以微电子、集成电路制造装备研发制造为背景,掌握高精度机电装备精度设计方法、制造原理、装配工艺以及质量控制方法,掌握先进机电集成装备制造的基本原理、器件选型、设计方法,增强提出问题、分析问题以及解决问题的能力。

课程内容:

1. 精度设计,掌握典型精密零件设计方法和检测手段,加强零部件设计能力以及解决实际复杂工程问题的能力;

2. 材料去除原理,理解切削用量的选择在装备制造中的重要作用,理解刀具几何参数、切削用量与切削温度、切削力以及刀具寿命之间的关系,掌握系统描述金属切削刀具与机床等工具的使用方法;

3. 工艺路线选择,从工艺规程与装配工艺等不同方面理解从零件加工到机器装配全流程加工理念,掌握典型零件的功能需求与加工实现方法;

4. 定位方式选择,通过课程学习掌握常用的定位元件使用以及定位误差分析,并完成指定课程作业,并能够采用数学软件编写程序完成对于定位误差的模拟仿真,并给出评价意见,同时通过实验方式理解先进制造过程中的中的具体问题分析方法。

教材与主要参考书:

1. 《机械制造基础》,黄健求、韩立发,机械工业出版社,2021

2. 《集成电路与等离子体装备》,赵晋荣,科学出版社,2024

先修课程: 工程制图、机械原理

建议选课对象: 全校本科生

7. 集成电路精密加工技术及应用(Precision Processing Technology of Integrated Circuit and Application) (4 学分)

课程编号: 09W85002

任课教师: 冯杰才

课程目标:

掌握集成电路制造过程中的晶圆加工、光刻、刻蚀、互连和封装等精密与超精密加工工艺基本原理和设计方法等,掌握融合物理、化学和多能场复合加工的综合交叉精密加工技术

及应用，以及分析集成电路制造工艺复杂问题和解决问题的方法。

课程内容：

研磨、化学刻蚀和激光抛光等晶圆表面加工工艺原理及应用，深紫外激光（DUV）、极紫外激光（EUV）光刻工艺原理及应用，湿法刻蚀，化学刻蚀、物理溅射、反应离子刻蚀等干法刻蚀原理及应用，化学气相沉积、原子层沉积和物理气相沉积等薄膜沉积原理及应用，铝互连工艺，铜互连工艺，晶圆切割等封装工艺原理及应用。

教材及主要参考书：

1. 《芯片制造——半导体工艺制程》 Peter Van Zant (韩郑生 译)，电子工业出版社，2020
2. 《精密与特种加工技术》明平美，电子工业出版社出版，2019
3. 《精密加工技术》姜晨、叶卉，华中科技大学出版社出版，2021

先修课程：制造技术基础

建议选课对象：全校本科生

8. 集成电路装备中的人工智能技术及应用(Artificial Intelligence Technology and Applications in Integrated Circuit Equipment) (3 学分)

课程编号：09W85003

任课教师：张在房、樊蓓蓓

课程目标：

掌握基础机器学习方法，熟悉集成电路制造过程中的工艺基本原理和典型场景等，掌握融合 AI 技术方法与集成电路装备制造的综合交叉技术及应用，以及分析集成电路装备制造工艺复杂问题和解决问题的方法。

课程内容：

1. 系统讲解机器学习、神经网络等 AI 基础技术，重点涵盖监督/无监督学习算法、CNN/RNN 模型原理及优化方法，通过 Python 实验实现数据清洗、特征提取等基础技能训练，为后续制造场景应用奠定算法基础。
2. 讲解集成电路关键工艺与装备，围绕集成电路制造核心环节，设置晶圆缺陷检测、光刻参数优化等典型实践案例，指导学生使用 TensorFlow 等工具完成装备关键技术智能分析模型开发与验证，强调从实际问题出发的工程化思维培养。
3. 通过产线数据集分析、模型部署等环节，强化学生运用 AI 技术解决装备工艺优化问题的能力，为半导体行业智能化转型构建技术功底与实践经验的复合型人才。

教材及主要参考书：

《人工智能理论与实践》普通高等教育“十四五”规划教材，刘树林/张宏利，中国石化出版社有限公司，2025

先修课程：高等数学

建议选课对象：全校本科生