

# 微电子与光电子器件建模与仿真

## 课程目标：

通过本课程的学习，培养学生使用仿真软件预测、模拟及优化半导体器件设计与性能的基本技能。结合半导体器件原理与光电子学的理论，掌握自主学习优化半导体器件并进行仿真实验的能力。拟达到的教学目标有：1. 了解模拟仿真工具的发展概况，主要应用，理解半导体器件技术发展的趋势与仿真建模的意义。2. 掌握利用 TCAD 进行器件仿真的基本概念、建模方法、器件仿真原理与结果分析。3. 训练利用现代化工具预测、模拟及优化半导体器件的基本技能，培养自主学习意识。

## 教师风采



**沈超**，复旦大学信息学院青年研究员，KAUST 电子工程博士，主要研究方向是光通信器件原理与工艺，短波长半导体激光器，超辐射发光芯片设计与工艺，光子集成电路，可见光通信与水下无线光通信系统。主要学术兼职有 IEEE Photonics Journal 副主编，APL Photonics 青年编委，第三代半导体产业技术创新战略联盟(CASA)青年创新促进委员会委员等。



**张浩**，男，复旦大学信息学院光科学与工程系副教授，复旦大学博士。研究内容包括周期与无序体系光输运、材料计算方法与新型光电功能与新能源材料（包括二维材料、拓扑材料、钙钛矿材料、光致相变材料等）与器件应用、机器学习在材料预测与光子学应用等，发表 Advanced Materials, Light: Science & Applications 等期刊论文 100 多篇，含 4 篇 ESI 高被引论文与 15 篇 IF>10 的期刊论文。目前主讲本科生课程：大学物理 B(上)、半导体物理、半导体器件物理，研究生课程：偏振光学原理与应用。



**夏长生**，博士，历任 Crosslight 公司经理、技术总监，上海芯钦量子科技有限公司应用技术总监。主要从事软件模块开发、软件测试、技术服务和器件仿真工作，具有丰富的化合物半导体器件仿真和设计经验；采用仿真软件对 GaN 基半导体发光二极管的电学和光学特性进行了大量

研究，阐述了 GaN 基半导体发光二极管中的最佳量子阱个数、优化 AlGaIn 电子阻挡层设计的重要性以及多量子势垒对其发光效率的影响；提出了可以明显提高 GaN 基半导体发光二极管发光效率的铟含量梯度变化 InGaIn 势垒和 AlGaIn-GaN-AlGaIn 型电子阻挡层结构；研究了量子点模型和非平衡量子传输模型在 GaN 基半导体发光二极管中的作用，并以第一作者及合作者身份在 Applied Physics Letters、Journal of Applied Physics、Optical and Quantum Electronics 和 IEEE Journal of Quantum Electronics 等国际杂志发表多篇研究论文。



**盛阳**，博士，历任 Crosslight 经理/技术总监，上海芯钦量子科技有限公司研发总监。主要成就有使用 MUMPS 并行计算方法大幅改进了公司软件的计算稳定性和计算速度；开发了几何光学计算中处理光学微结构时和电磁波物理光学的计算接口；开发了多结太阳能电池的辐照映射方法；开发了基于多种荧光的白光 LED 仿真系统；开发了漂移扩散和 NEGF 弹道运输的跨尺度仿真模块；开发了多种绝缘介质中的隧穿模型；开发了基于压缩文件的快速文件读取功能；开发了多种半导体光电子和微电子器件的仿真案例并进行了实验校准；发表了近 10 篇英文研究论文。



**武二恒**，博士，上海芯钦量子科技有限公司物理算法工程师。主要研究方向是物理工艺与器件仿真的原型开发与验证。博士期间曾在超快光学领域发表的研究工作，在 New Journal of Physics、Optics Communications、Physical Review A 等期刊上发表多篇研究论文。

## 课程设置

### 1. 预修课程要求（如涉及）

大学物理、半导体物理等

### 2. 教学内容及授课安排

课程通过利用 SinoTCAD、Crosslight APSYS 和 PICS3D 等先进仿真软件，进行硅基 MOSFET/FINFET 与氮化镓基 HEMT/SBD 等微电子器件，与 UV/量子点 LED、量子阱半导体激光器及硅基 APD 等

光电器件仿真实验，培养学生独立完成半导体器件结构设计、特性仿真、结果分析的实践动手能力，锻炼学生分析、探讨和总结仿真结果的能力。本课程包括约 18 课时的仿真建模理论讲解、软件教学与练习，约 18 课时的仿真实验和案例分析。通过本课程学习，学生将具备使用仿真软件预测、模拟及优化半导体器件设计与性能的基本技能，结合半导体器件原理与光电子学的理论，掌握自主学习优化半导体器件并进行仿真实验的能力。

时间日期	教学内容及授课安排
7月6日周三上午第3-4节,9:55-11:35	课程介绍
7月8日周五下午第6-9节,13:30-17:05	微电子器件建模与仿真的发展与应用 光电子器件建模与仿真技术概述 SinoTCAD、APSYS 仿真环境介绍, 安装、配置与运行。
7月12日周二下午第6-9节, 13:30-17:05	SinoTCAD 仿真基础, 结构建模、材料参数设置、模型设置、结果输出控制与分析技术。
7月15日周五下午第6-9节, 13:30-17:05	APSYS 器件仿真基础, 文件关系逻辑、结构建模方法、计算方案介绍、结果的输出与分析技术
7月19日周二下午第6-9节, 13:30-17:05	CSUPREM 工艺仿真建模及其与 APSYS 软件光电特性的联合仿真技术
7月25日周一下午第7-8节, 14:25-16:10	仿真实验 1: 硅基 MOSFET
7月27日周三下午第7-8节, 14:25-16:10	仿真实验 2: 硅基 FINFET
8月1日周一下午第7-8节,14:25-16:10	仿真实验 3: GaN 基 HEMT
8月3日周三下午第7-8节,14:25-16:10	仿真实验 4: GaN 基 SBD
8月8日周一下午第6-9节,13:30-17:05	仿真实验 5: UV LED 仿真实验 6: 蓝绿光 LED
8月15日周一下午第6-9节, 13:30-17:05	仿真实验 7: 量子阱半导体激光器 仿真实验 8: 半导体激光器的频率特性
8月22日周一下午第7-8节, 14:25-16:10	小组项目

### 3. 课程考核及成绩评定

考查, 包括出勤 (20%)、课堂表现 (20%) 和实验与小课题报告 (60%)

#### 4. 教学参考资料

1. Crosslight Tutorials
2. 3D TCAD Simulation for CMOS Nanoelectronic Devices,  
Yung-Chun Wu, Yi-Ruei Jhan, Springer, 978-981-10-3066-6
3. 半导体器件 TCAD 设计与应用, 韩雁, 丁扣宝 / 电子工业出版社

#### 5. 联系方式 (授课教师或助教联系方式均可)

沈超, chaoshen@fudan.edu.cn

张浩, zhangh@fudan.edu.cn