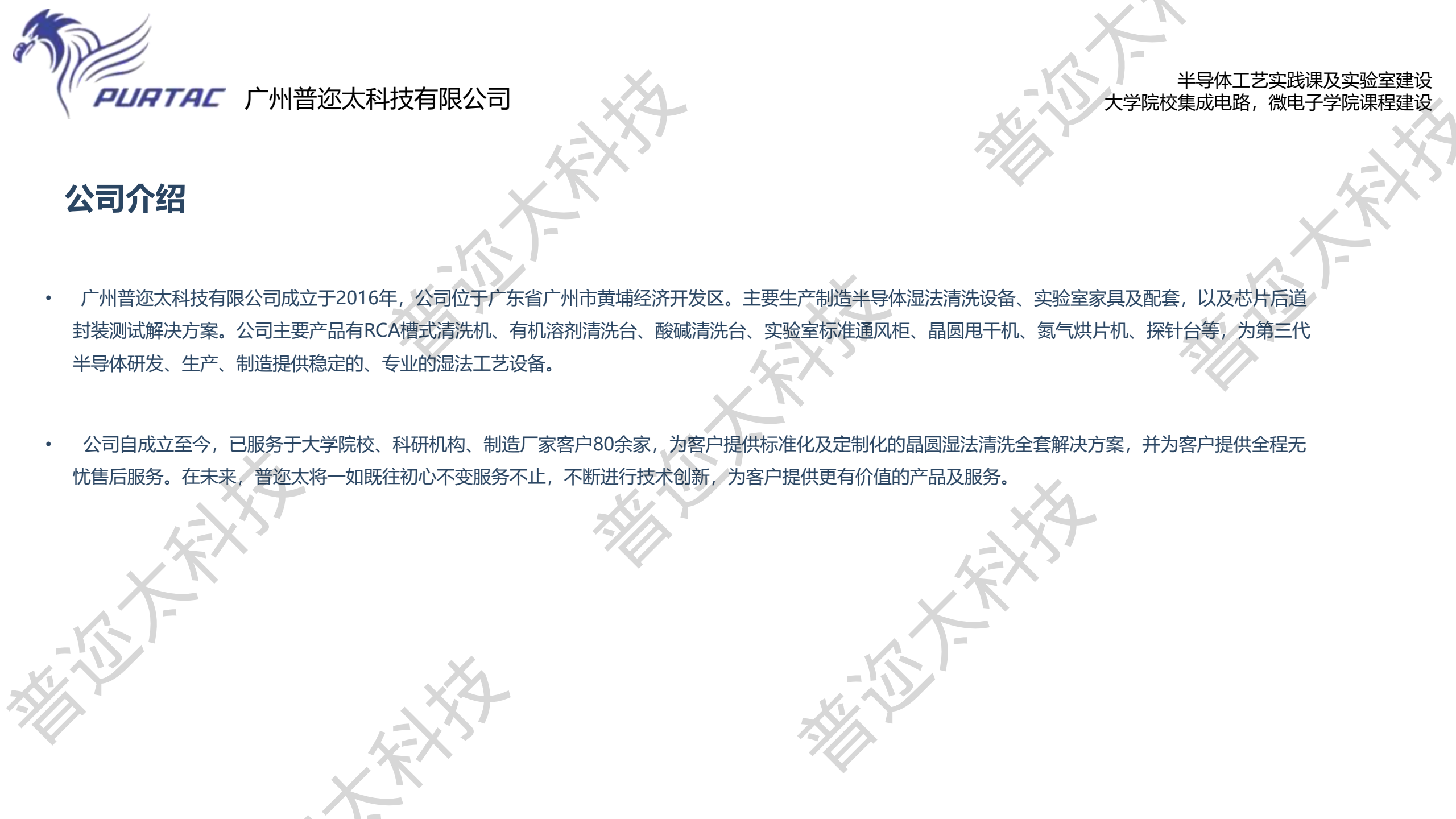




半导体工艺试验及实践课

课程与实验室建设



公司介绍

- 广州普迩太科技有限公司成立于2016年，公司位于广东省广州市黄埔经济开发区。主要生产制造半导体湿法清洗设备、实验室家具及配套，以及芯片后道封装测试解决方案。公司主要产品有RCA槽式清洗机、有机溶剂清洗台、酸碱清洗台、实验室标准通风柜、晶圆甩干机、氮气烘片机、探针台等，为第三代半导体研发、生产、制造提供稳定的、专业的湿法工艺设备。
- 公司自成立至今，已服务于大学院校、科研机构、制造厂家客户80余家，为客户提供标准化及定制化的晶圆湿法清洗全套解决方案，并为客户提供全程无忧售后服务。在未来，普迩太将一如既往初心不变服务不止，不断进行技术创新，为客户提供更有价值的产品及服务。



PURTAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设





PUATAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

实验课概述

课程目的与重要性

01

随着科技的快速发展，微电子科学与工程专业的学生需掌握集成电路制造的理论知识与实验技能，同时具备科学研究能力，以满足行业对高素质人才的需求。

理论与实践的结合

02

《半导体工艺实验及实践》课程在学生学习了《微加工技术》和《半导体器件物理》之后开设，旨在深化理论教学，通过实际操作实验型半导体设备强化实践性。

培养学生的实验技能

03

课程着重于加强学生的动手能力，通过实践操作提升学生的实验技能，为学生未来的职业发展打下坚实基础。



PUATAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

实验课概述

加强动手与问题解决能力

04

通过实验课程的学习，学生将增强独立分析问题和解决问题的能力，为将来在集成电路等高科技领域的研究和工作做好准备。

综合设计与创新能力培养

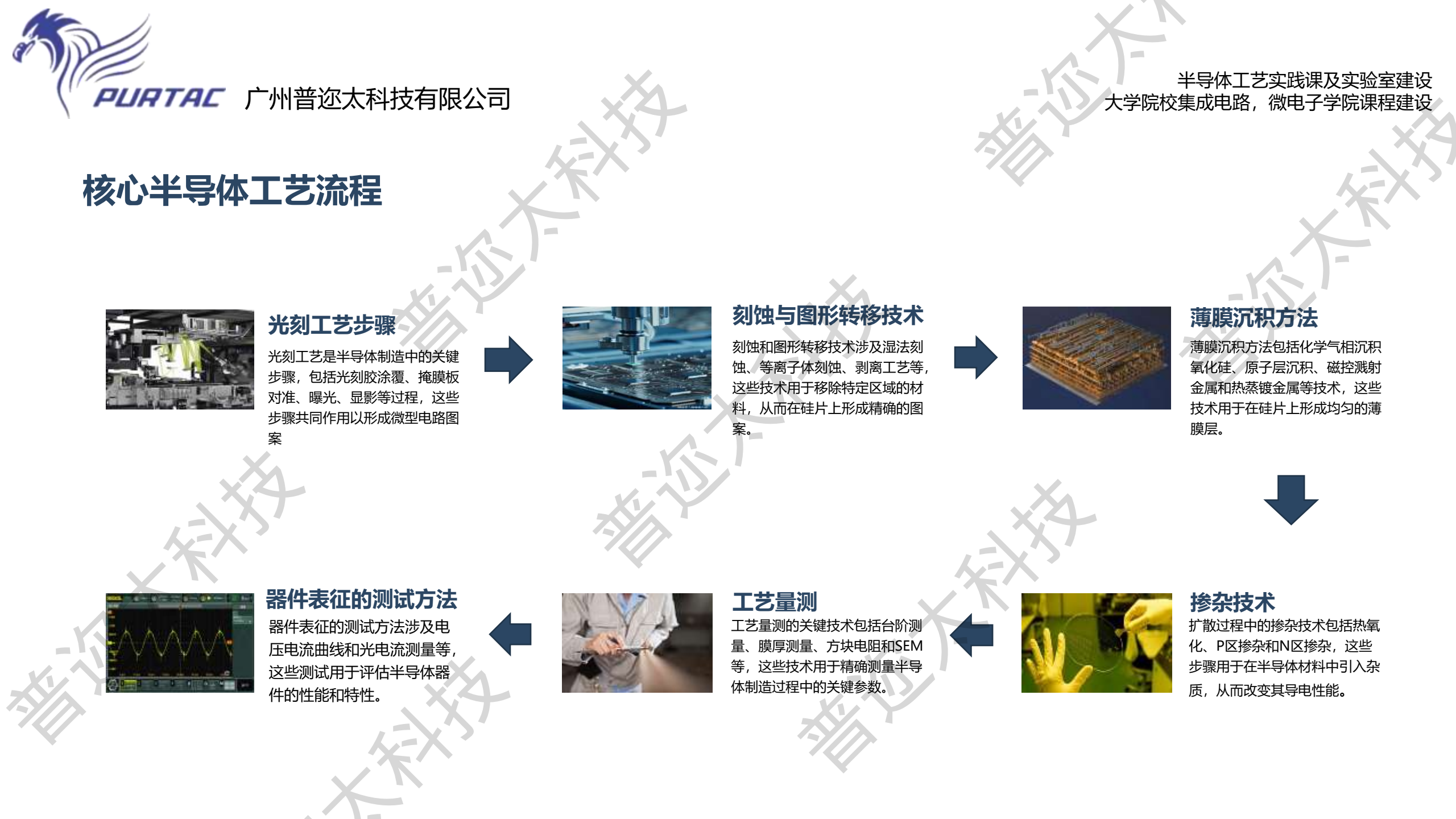
05

课程鼓励学生进行综合设计和创新实践，培养学生的创新思维和能力，以适应国家对集成电路等战略方向的重视和需求。

科学作风与实验习惯养成

06

课程注重培养学生的科学作风和良好的实验习惯，强调实事求是和严肃认真的态度，为学生的职业生涯奠定良好的科学基础。



PUATAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

核心半导体工艺流程



光刻工艺步骤

光刻工艺是半导体制造中的关键步骤，包括光刻胶涂覆、掩膜板对准、曝光、显影等过程，这些步骤共同作用以形成微型电路图案。



刻蚀与图形转移技术

刻蚀和图形转移技术涉及湿法刻蚀、等离子体刻蚀、剥离工艺等，这些技术用于移除特定区域的材料，从而在硅片上形成精确的图案。



薄膜沉积方法

薄膜沉积方法包括化学气相沉积、原子层沉积、磁控溅射金属和热蒸镀金属等技术，这些技术用于在硅片上形成均匀的薄膜层。



掺杂技术

扩散过程中的掺杂技术包括热氧化、P区掺杂和N区掺杂，这些步骤用于在半导体材料中引入杂质，从而改变其导电性能。



工艺量测

工艺量测的关键技术包括台阶测量、膜厚测量、方块电阻和SEM等，这些技术用于精确测量半导体制造过程中的关键参数。

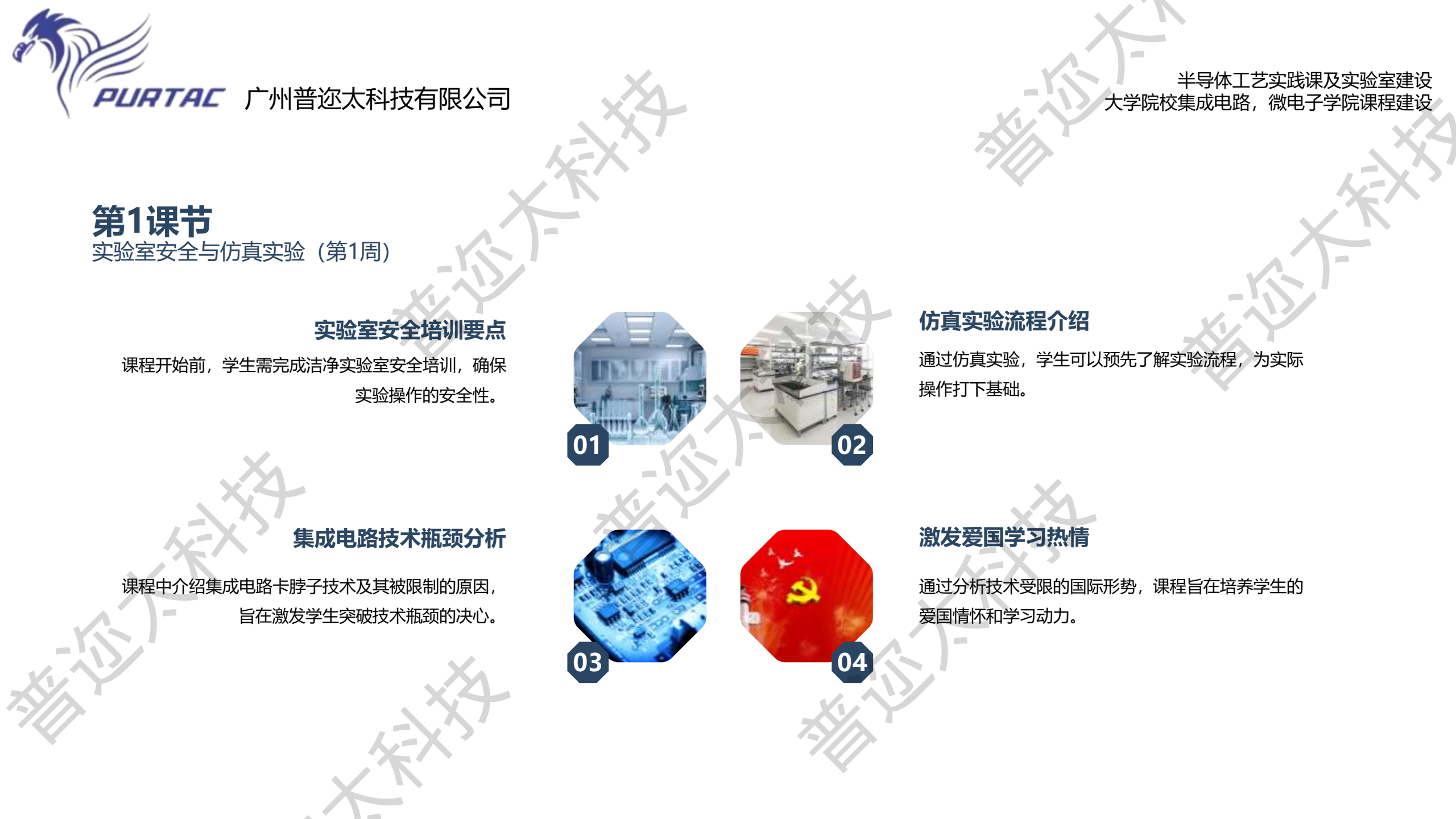


器件表征的测试方法

器件表征的测试方法涉及电压电流曲线和光电流测量等，这些测试用于评估半导体器件的性能和特性。

课程建设

序号	名称	课程思政元素
第1课节	实验室安全与仿真实验	集成电路卡脖子技术介绍及这些技术被卡脖子的原因分析，激发学生认真学习专业知识，立志为国突破相关领域的技术瓶颈
第2课节	扩散工艺实验	以美国为代表的西方势力在半导体设备、高性能芯片等方面对我国进行打压，鼓励同学们努力学习，投身相关领域，为国家和民族复兴做贡献
第3课节	热氧化工艺实验：原理、模型与应用	培养实验基础，了解实验原理
第4课节	金属沉积技术原理与应用	培养实验基础，了解实验原理
第5课节	光刻工艺实验操作流程	结合实验设备，以光刻机为代表，介绍我国半导体设备领域的独立自主不断追赶的历程，从中谈文化与自信
第6课节	湿法刻蚀技术原理	结合第一代 Si 集成电路技术的发展谈科研态度、工匠精神的重要性
第7课节	干法刻蚀工艺实验：原理、设备与操作	培养实验基础，了解实验原理
第8课节	光刻套刻工艺实验详解	培养实验基础，了解实验原理
第9课节	半导体工艺实验课程设计	结合半导体及集成电路的发展历史，以胡正明教授发明FinFET、SOI等技术为例，说明时代责任感
第10课节	晶体管特性测试	回顾“晶体管”的诞生过程，阐释“创新”的精神内核，小器件有大功能，鼓励学生不惧权威、勇于创新



第1课节

实验室安全与仿真实验（第1周）

实验室安全培训要点

课程开始前，学生需完成洁净实验室安全培训，确保实验操作的安全性。



01



02

仿真实验流程介绍

通过仿真实验，学生可以预先了解实验流程，为实际操作打下基础。

集成电路技术瓶颈分析

课程中介绍集成电路卡脖子技术及其被限制的原因，旨在激发学生突破技术瓶颈的决心。



03



04

激发爱国学习热情

通过分析技术受限的国际形势，课程旨在培养学生的爱国情怀和学习动力。



半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

扩散工艺实验 (第2周)





半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

热氧化工艺实验：原理、模型与应用（第3周）



热氧化基本原理



氧化模型与特性



热氧化系统操作



工艺设计与控制要点



半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

金属沉积技术原理与应用 (第4周)

金属沉积技术涉及将金属原子或分子从源材料转移到基底表面的过程，以形成金属薄膜或涂层。这一技术广泛应用于电子、光学、机械和化学工业中，用于改善材料的导电性、耐腐蚀性和耐磨性等。

溅射系统制备薄膜是通过将惰性气体离子加速撞击目标材料，使目标材料的原子或分子从其表面释放出来，并沉积到基底表面形成薄膜。这一过程通常包括真空室的建立、气体的引入、放电产生离子、离子轰击目标以及薄膜的形成和生长。



薄膜沉积技术主要分为物理气相沉积（PVD）和化学气相沉积（CVD）两大类。PVD技术包括蒸发、溅射和离子镀等方法，而CVD技术则涉及通过化学反应在基底表面形成薄膜。每种方法都有其特定的应用领域和优势。

在进行金属沉积实验时，操作者需要确保真空系统的密封性，控制好溅射气体的流量和压力，以及精确设定电源参数以获得所需的薄膜特性。实验过程中还应注意避免污染和氧化，确保基底和沉积材料的清洁，以及监控沉积速率和薄膜均匀性。



第5课节

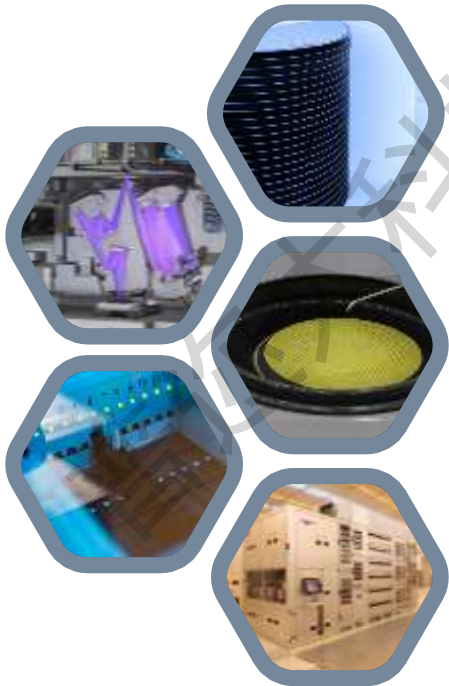
光刻工艺实验操作流程（第5周）

1 光刻技术原理简介

光刻技术是半导体制造中至关重要的步骤，它利用光学原理将微小的电路图案转移到硅片上，为后续的蚀刻步骤奠定基础。

3 曝光过程与技术要点

曝光是将涂有光阻的硅片置于光刻机下，通过特定波长的光源照射，使得光阻按照掩模版上的图案发生化学变化，形成潜影。



2 涂胶工艺详解

在光刻过程中，涂胶是至关重要的一步，涉及将光敏性化学物质（光阻）均匀涂抹在硅片表面，形成一层薄膜，以便后续曝光。

4 显影步骤及注意事项

显影是曝光后的一个关键步骤，通过化学溶液去除未曝光或已曝光的光阻部分，从而在硅片上形成清晰的电路图案。

5 涂胶机与曝光机操作指南

掌握涂胶机和曝光机的正确使用方法是实验成功的关键，包括机器的校准、参数设置以及操作流程，确保实验的精确性和重复性。



半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

湿法刻蚀技术原理 (第6周)

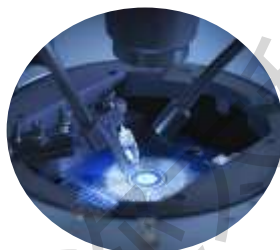


湿法刻蚀工艺流程通常包括准备含有待刻蚀材料的晶圆、选择合适的蚀刻剂、将晶圆浸入蚀刻剂中进行化学反应、清洗和干燥晶圆等步骤。通过精确控制反应时间和温度，可以实现对材料的精确去除。



半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

干法刻蚀工艺实验：原理、设备与操作（第7周）

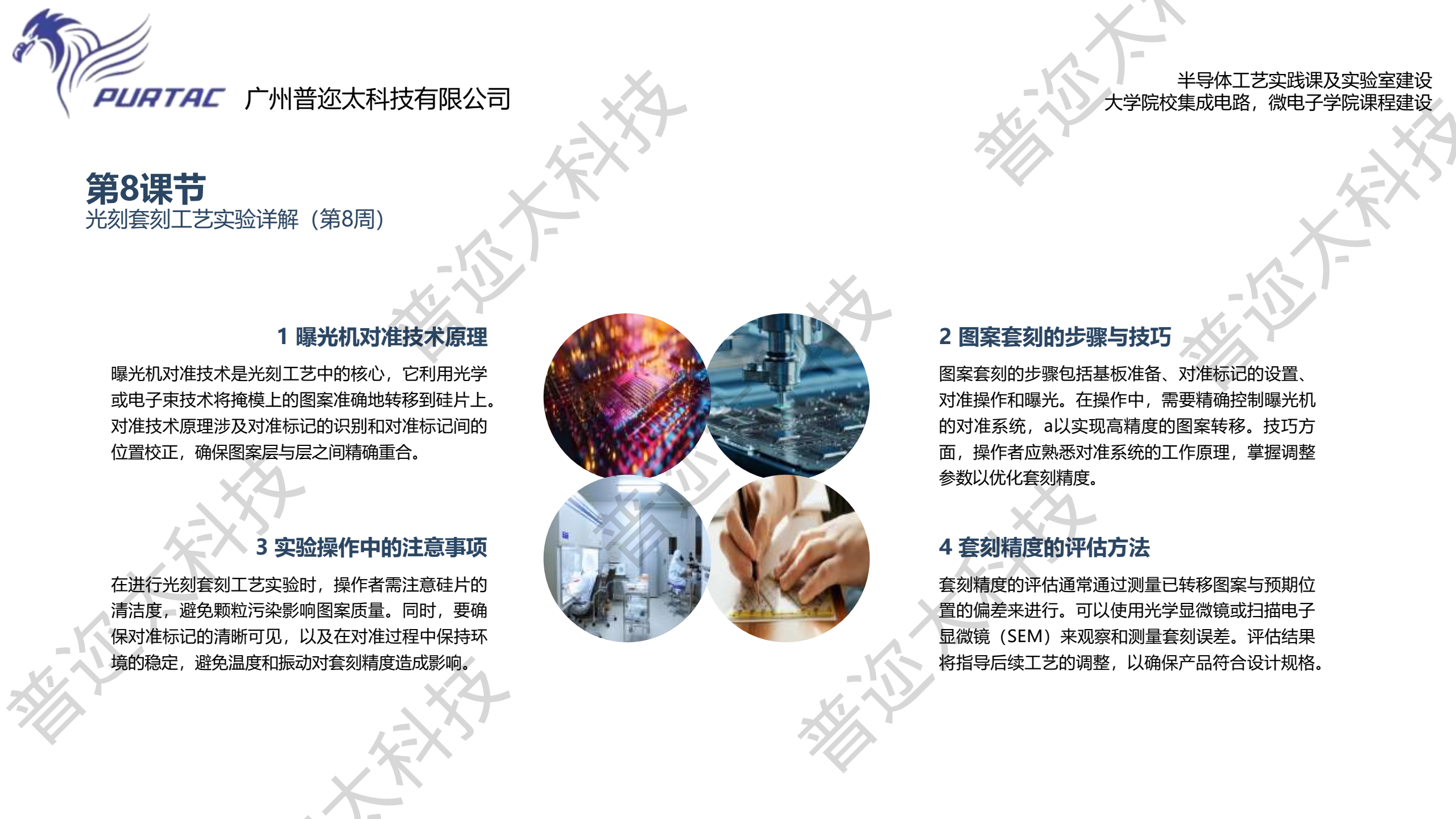
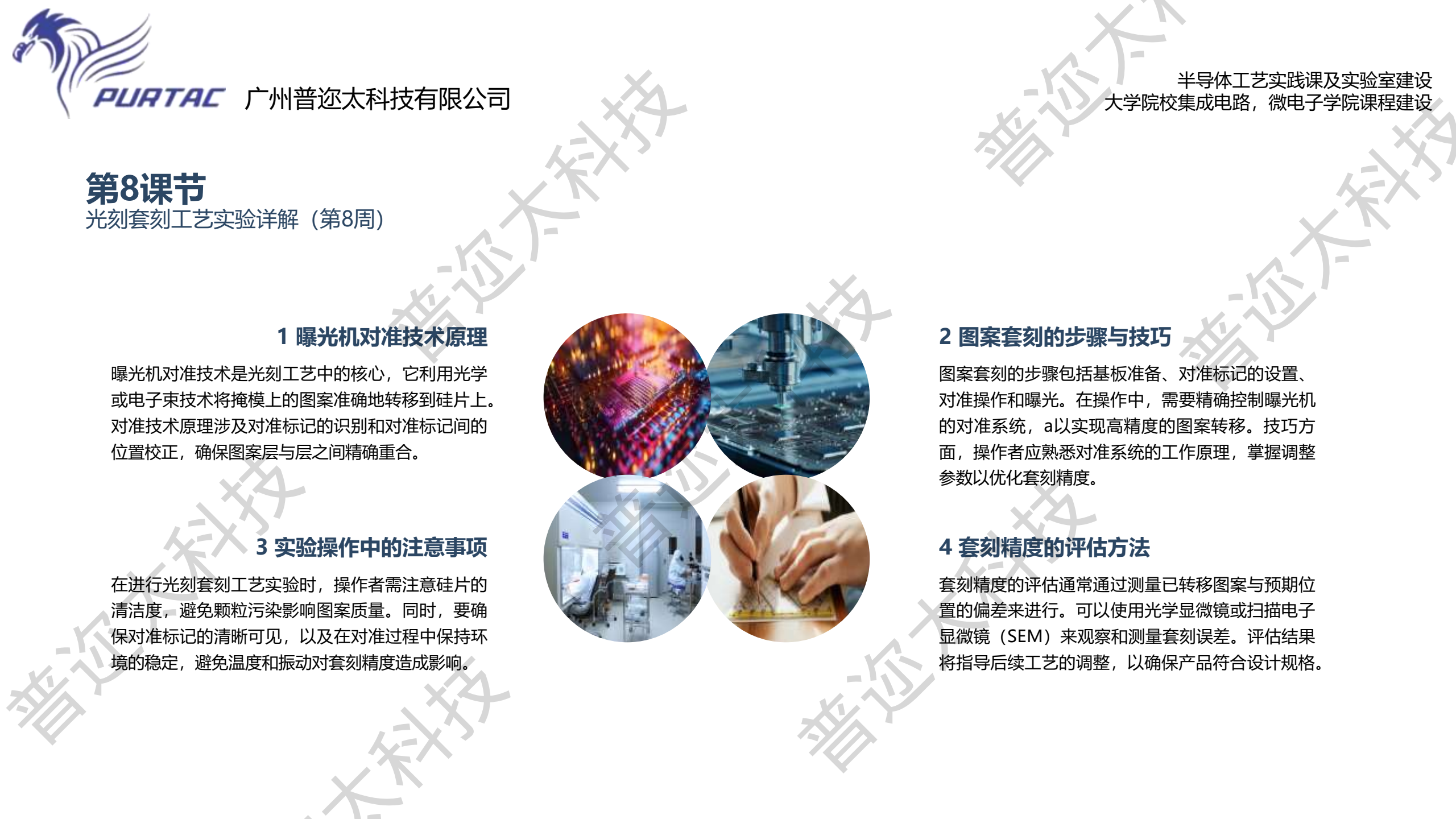


等离子体刻蚀原理

等离子体刻蚀技术利用激发态的气体分子与材料表面反应，通过化学或离子轰击方式选择性地移除材料，是实现精确刻蚀的关键。



干法刻蚀设备由多个核心部分组成，包括用于产生低气压环境的真空室、提供刻蚀气体的供应系统、生成等离子体的射频电源与电极系统，以及负责自动化操作的控制系统。



第8课节

光刻套刻工艺实验详解（第8周）

1 曝光机对准技术原理

曝光机对准技术是光刻工艺中的核心，它利用光学或电子束技术将掩模上的图案准确地转移到硅片上。对准技术原理涉及对准标记的识别和对准标记间的位置校正，确保图案层与层之间精确重合。

3 实验操作中的注意事项

在进行光刻套刻工艺实验时，操作者需注意硅片的清洁度，避免颗粒污染影响图案质量。同时，要确保对准标记的清晰可见，以及在对准过程中保持环境的稳定，避免温度和振动对套刻精度造成影响。

2 图案套刻的步骤与技巧

图案套刻的步骤包括基板准备、对准标记的设置、对准操作和曝光。在操作中，需要精确控制曝光机的对准系统，a以实现高精度的图案转移。技巧方面，操作者应熟悉对准系统的工作原理，掌握调整参数以优化套刻精度。

4 套刻精度的评估方法

套刻精度的评估通常通过测量已转移图案与预期位置的偏差来进行。可以使用光学显微镜或扫描电子显微镜（SEM）来观察和测量套刻误差。评估结果将指导后续工艺的调整，以确保产品符合设计规格。



PURTAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

第9课节

半导体工艺实验课程设计（第9-15周）



实验课程模块一：MOSFET器件制备实践

本实验包含12学时实操训练，通过光刻/离子注入/金属化等关键工艺环节，指导学生完成n-MOSFET器件流片，要求掌握阈值电压（典型值0.7V）和亚阈值摆（75mV/dec）等参数测试方法



课程模块二：新型器件技术解析

重点讲解FinFET三维结构设计原理，通过对比实验展示平面MOSFET（20nm节点）与FinFET的沟道控制能力差异（提升65%），解析胡正明教授团队突破22nm技术节点的创新方法论



课程模块三：先进工艺应用实践

开展SOI晶圆处理专项训练，指导学生完成UTB-SOI器件制作（寄生电容降低40%），结合5G基站射频前端芯片案例，掌握毫米波电路设计与32T32R天线阵列的集成验证方法



课程总结：半导体发展启示

通过晶体管发明（1947）到FinFET革命（1999）的案例教学，培养学生突破技术瓶颈的创新能力，重点解析十年基础研究周期对攻克产业痛点（如短沟道效应）的关键作用



第10课节

晶体管特性测试（第16-18周）

1 晶体管测试方法

在本课程中，我们将学习探针卡测试方法，这是一种用于测量晶体管电气特性的技术，包括电流和电压等关键参数。

3 晶体管的历史与创新

我们将回顾晶体管的发明历史，探讨其如何替代真空管，引领了电子设备的小型化和效率提升。

2 晶体管特性分析

本课程将指导学生如何通过分析晶体管的输出和转移特性曲线来评估其放大能力和开关速度等重要性能指标。

4 培养创新精神

本课程强调创新精神的重要性，鼓励学生在晶体管特性测试实验中挑战传统观念，培养解决实际问题的能力。

5 实践中的创新思维

通过实验操作和理论分析，本课程旨在激发学生的创新思维，使他们能够独立思考并勇于实践新想法。



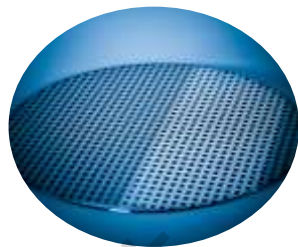


PUATAC

广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

半导体器件的分类与应用



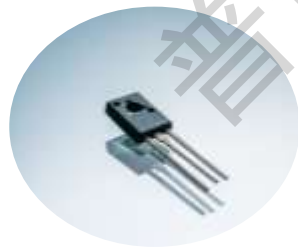
硅衬底晶圆的尺寸与应用

硅衬底晶圆是半导体制造的基础材料，常见的尺寸包括2寸到4寸不等，这些尺寸的晶圆广泛应用于各种集成电路和微电子设备的生产中。



MOS器件的原理与电路设计

MOS（金属-氧化物-半导体）器件是现代电子技术的核心组件，它们利用电场控制半导体表面的导电性，广泛应用于逻辑电路、存储器和微处理器等电路设计中。



感光二极管的工作原理

感光二极管是一种光电半导体器件，它能够光信号转换为电信号，主要用于图像传感器、光通信和光检测等领域，其工作原理基于光电效应，当光照到半导体材料上时，产生电子-空穴对，从而产生电流。



广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

实验室设备概括

序号	模块	设备名称	说明
1	光刻	接触式曝光对准机	用于光刻工艺
2	光刻	涂胶显影机	用于对晶圆进行涂胶和显影
3	刻蚀和图形转移	湿法台	用于氢氟酸氧化硅刻蚀、硅片清洗、有机剥离
4	刻蚀和图形转移	等离子体刻蚀机	用于硅的刻蚀
5	刻蚀和图形转移	超声清洗槽	用于金属的剥离图案转移
6	薄膜	等离子体化学气相沉积机	氧化硅和氮化硅的沉积
7	薄膜	原子层沉积机	各类薄材料沉积
8	薄膜	磁控溅射机	金属和介质薄膜沉积
9	薄膜	热蒸镀机	金属薄膜沉积
10	扩散	氧化炉	用于热氧化硅



广州普迩太科技有限公司

半导体工艺实践课及实验室建设
大学院校集成电路，微电子学院课程建设

实验室设备概括

序号	模块	设备名称	说明
11	扩散	扩散炉	用于半导体掺杂
12	扩散	快速退火炉	用于欧姆接触
13	量测	台阶测量仪	用于对器件快形貌
14	量测	膜厚测量仪	用于对透明薄膜的厚度及折射率测量
15	量测	方块电阻测量	用于对掺杂后的电阻进行测量
16	量测	光学显微镜测量	用于光刻胶、晶圆图案的观察
17	量测	扫描电子显微镜	用于芯片的微观观察
18	表征	探针台	用于对晶圆、芯片进行探针连接
19	表征	半导体分析源表	用于测量器件的电压、电流特性
20	表征	激光光源	用于测量器件的感光特性