



微电子教学实验室建设方案

微电子器件及材料实验测试平台

2018/3/1

本科生微电子器件及材料实验室建设

□ 本科生微电子器件及材料实验主要专业课程设置

- 《半导体物理》，《半导体器件物理》，《集成电路工艺原理》等。《微电子器件及材料测试实验》配合《半导体器件物理》和《集成电路工艺原理》，使学生掌握必要的半导体器件和工艺测量的测试原理和方法。

□ 本科生微电子器件及材料实验目的

- 通过实验动手操作，加深对半导体物理理论知识的理解，掌握半导体材料 and 不同器件性能的表征方法及基本实验技能，培养分析问题和解决问题的能力。

□ 本科生微电子器件及材料实验目录

- 实验一：金属-氧化物-半导体场效应晶体管特性IV特性测试实验
- 实验二：四探针法测量半导体电阻率测试实验
- 实验三：MOS电容的准静态CV特性测试实验
- 实验四：半导体霍尔效应测试实验实验
- 实验五：激光二极管LD的LIV特性测试实验
- 实验六：太阳能电池的特性表征实验

本科生微电子器件及材料实验室测试平台

□ 本科生微电子器件及材料实验测试平台基本功能

实验名称	测试参数
金属-氧化物-半导体场效应晶体管特性的IV特性测试实验	• 输出特性曲线 • 转移特性曲线 • 跨导g_m • 击穿电压BV_{DS}
四探针法测量半导体电阻率测试实验	• 四探针法电阻率 ρ • 材料阻值R
MOS电容的准静态CV特性测试实验	• 准静态CV特性曲线
半导体霍尔效应测试实验	• 霍尔电压V_H • 霍尔电阻率 ρ • 霍尔系数R_H • 载流子浓度n • 霍尔迁移率u
激光二极管LD的LIV特性测试	• LIV特性曲线 • 阈值电流I_{th} • 阈值电流对应电压值V_{th} • 拐点Kink • 线性电阻R_s
太阳能电池的特性表征	• 开路电压V_{oc} • 短路电流I_{sc} • 功率最大值P_{max} • 填充因子FF • 转换效率η • 串联电阻R_s • 旁路电阻R_{sh}

本科生微电子器件及材料实验室测试平台

□ 本科生微电子器件及材料实验测试平台核心

- 测试平台的核心 – 源测量单元（源表，SMU）



高精度万用表

源测量单元(SMU)



高精度电压源



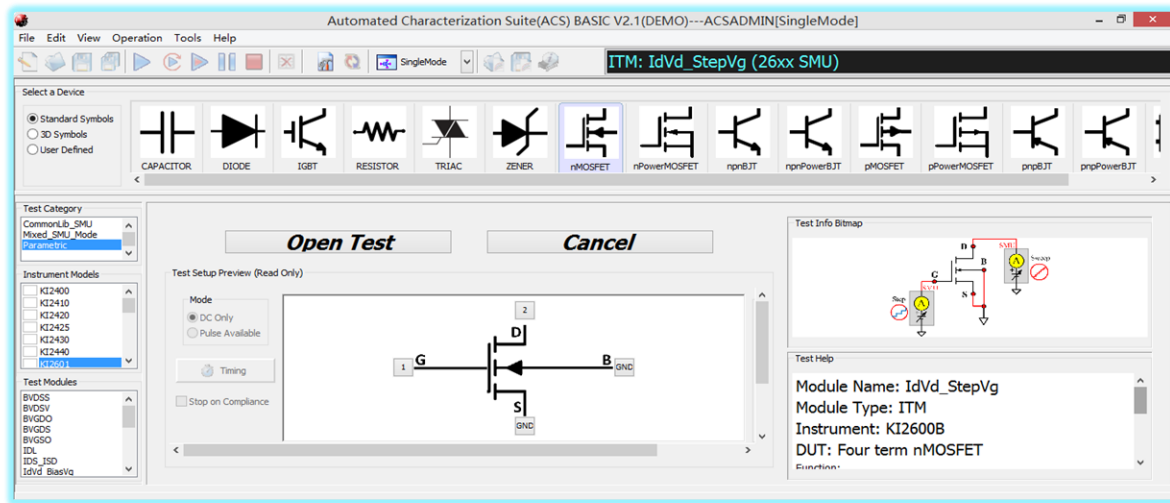
电流源



电子负载

四表合一
多通道配置
四象限模式
四线/开尔文测试功能
小信号测试
满足先进器件和材料测试需求

- 标准器件测试库

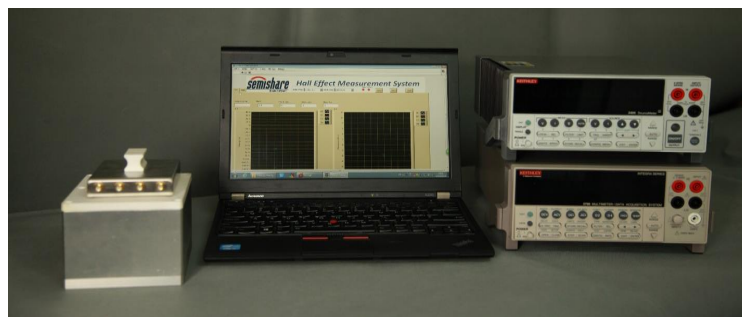


本科生微电子器件及材料实验室测试平台

□ 本科生微电子器件及材料实验测试基础平台和升级选项



微电子器件及材料实验室基础平台



微电子器件及材料实验室升级选项

本科生微电子器件及材料实验室测试平台

□ 本科生微电子器件及材料实验测试选型指南

	2600双通道源表	专业测试软件	专业测试导线	夹具盒	积分球	暗电流测试表	开关	手动探针台	磁场
实验一：晶圆级分立器件IV特性分析	√	√	√	√				√	
实验二：四探针法测量半导体电阻率测试	√	√	√					√	
实验三：MOS电容的准静态CV特性测试	√	√	√					√	
实验四：半导体霍尔效应测试	√	√	√				√	√	√
实验五：光电器件LIV特性测试	√	√	√		√	√			
实验六：太阳能电池的特性表征	√	√	√						

基础平台：

2600双通道源表 + 专业测试软件+ 专业测试导线+ 夹具盒 +手动探针台

升级选件：

积分球，暗电流测试表，开关，磁场

本科生微电子器件及材料实验室测试平台

□ 本科生微电子器件及材料实验测试平台优势

- 满足本科生基础教学实验中微电子器件和材料测试需求
- 测试设备和软件简单易用，专业权威，方便学生动手操作
- 核心设备测试精度高，满足新材料和新器件的指标要求
- 以基础平台为起点，可逐步升级，满足日益增加的实验室测试需求

□ 测试实验室价格体系参考

附录一：金属-氧化物-半导体场效应晶体管特性IV特性测试实验

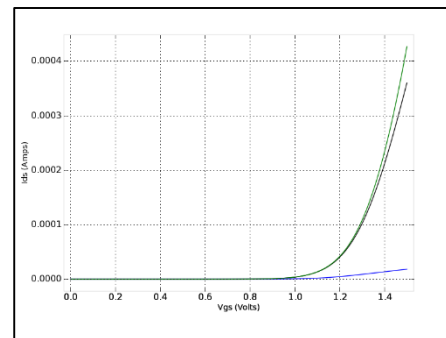
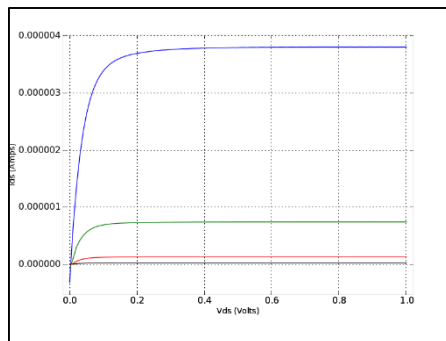
□ 实验目的

- 掌握MOSFET的输入特性测试及分析方法
- 掌握MOSFET的输出特性测试及分析方法
- 学习利用MOSFET的电学特性曲线求解各种参数

□ 实验原理

- 金属-氧化物-半导体场效应晶体管(MOSFET)是集成电路中特别重要的元器件。通过对MOSFET的直流输入特性、输出特性等电学特性测试，可以推算出器件的阈值电压、导通电阻、击穿电压、跨导等重要参数。

□ 实验设备和测试结果



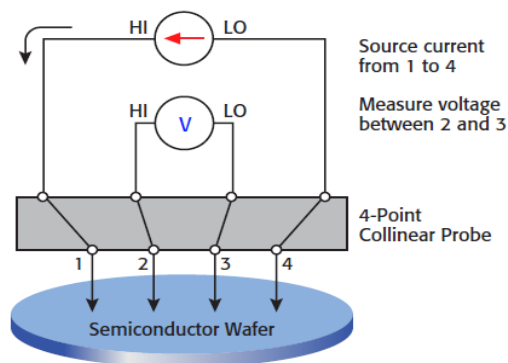
附录二：四探针法测量半导体电阻率测试实验

□ 实验目的

- 掌握四探针法测量电阻率和薄层电阻的原理
- 掌握四探针法测量电阻率和薄层电阻的测量方法

□ 实验原理

- 电流密度 $j = \frac{I}{2\pi r^2}$
- 电场强度 $E = j\rho = \frac{I\rho}{2\pi r^2}$
- 电阻率 $\rho = 2\pi S \frac{V_{23}}{I}$



□ 实验设备和测试结果

附录三：MOS电容的准静态CV特性测试实验

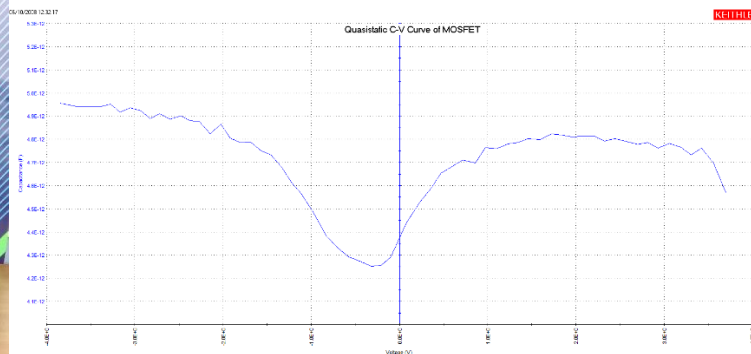
❑ 实验目的

- 掌握准静态法测量界面态密度分布的原理
- 熟练掌握准静态C-V测量系统的使用方法

❑ 实验原理

- 通过测试MOS电容的高频和低频C-V特性曲线可以得到栅氧化层厚度、界面态密度、平带电容、平带电压等参数。

❑ 实验设备和测试结果



附录四：半导体霍尔效应测试实验

□ 实验目的

- 理解和掌握霍尔效应的原理
- 掌握霍尔效应的测量方法
- 掌握霍尔效应的分析方法

□ 实验原理

- 霍尔系数的符号来判断半导体材料的导电类型，是N型还是P型；根据霍尔系数及其与温度的关系可以计算载流子的浓度，以及载流子浓度同温度的关系，由此可以确定材料的禁带宽度和杂质电离能；通过霍尔系数和电阻率的联合测量能够确定载流子的迁移率，用微分霍尔效应法可测纵向载流子浓度分布；测量低温霍尔效应可以确定杂质补偿度。

□ 实验设备和测试结果



附录五：激光二极管LD的LIV特性测试实验

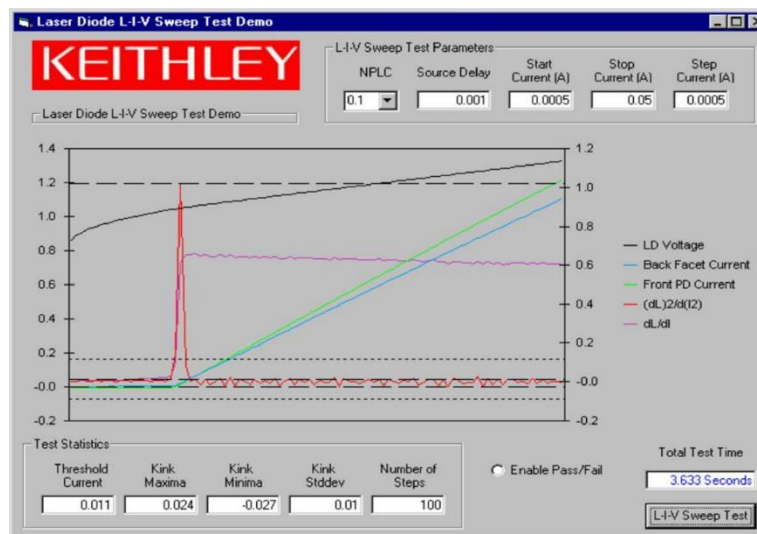
□ 实验目的

- 掌握激光二极管LD的基本原理
- 掌握激光二极管LD的测量方法
- 学习利用激光二极管LD的LIV特性曲线求解各种参数

□ 实验原理

- 半导体激光二极管（LD）或简称半导体激光器，它通过受激辐射发光，是一种阈值器件，适合于作高速长距离光纤通信系统的光源。一般用注入电流值来标定阈值条件，也即阈值电流。LIV特性是选择半导体激光器的重要依据。

□ 实验设备和测试结果



附录六：太阳能电池的特性表征

□ 实验目的

- 掌握太阳能电池的基本原理
- 掌握太阳能电池的特性测试及分析方法
- 学习利用太阳能电池的电学特性曲线求解各种参数

□ 实验原理

- 光能就以产生电子-空穴对的形式转变为电能。如果半导体内存在P-N结，则在P型和N型交界面两边形成势垒电场，能将电子驱向N区，空穴驱向P区，在P-N结附近形成与势垒电场相反的光生电场。若分别在P型层和N型层焊上金属引线，接通负载，则外电路便有电流通过。如此形成的一个个电池原件，把它们串联、并联起来，就能产生一定的电压和电流，输出功率。

□ 实验设备和测试结果

