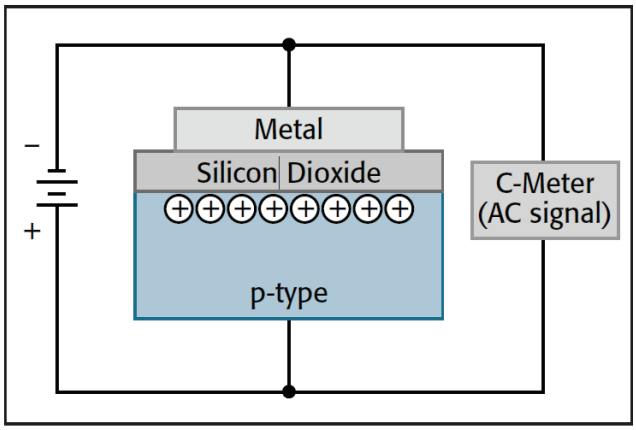
功率器件的 I–V/C–V 特性测试方案

泰克 TSP–2000–CV 半导体器件测试方案

系统背景：

直流 I–V 测试是表征微电子器件、工艺及材料特性的基石。通常使用 I–V 特性分析，或 I–V 曲线，来决定器件的基本参数。新材料和器件对 I–V 测试设备提出了更高的需求，要求具备更低的测试分辨率，更宽的功率范围，具备四象限操作能力，以及更快的测试速度等。交流 C–V 测试可以揭示材料的氧化层厚度，晶圆工艺的界面陷阱密度，掺杂浓度，掺杂分布以及载流子寿命等，通常使用交流 C–V 测试方式来评估新工艺，材料，器件以及电路的质量和可靠性等。流 C–V 测试要求测试设备满足宽频率范围的需求，同时连线简单，系统易于搭建，并具备系统补偿功能，以补偿系统寄生电容引入的误差。

进行 C–V 测量时，通常在电容两端施加直流偏压，同时利用一个交流信号进行测量。一般这类测量中使用的交流信号频率在 10KHz 到 10MHz 之间。所加载的直流偏压用作直流电压扫描，扫描过程中测试待测器件待测器件的交流电压和电流，从而计算出不同电压下的电容值。



功率器件 IV、CV 特性测试方案，提供 I–V 和 C–V 综合测试解决方案，10fA 的 DC 测量精度，高达 10MHz 的 C–V 测试频率。在 C–V 测试方案中，同时集成了美国吉时利公司源测量单元（SMU）和溪谷科技针对 CV 测试设计的专用精密 LCR 分析仪，既可以在低频范围内完成功率器件的准静态 C–V 测试，也可以进行高达 10MHz 的高频 C–V 测试。

方案特点：

- 丰富的内置元器件库，可以根据测试要求选择所需要的待测件类型
- 测试和计算过程由软件自动执行，能够显示数据和曲线，节省了大量的时间
- 精准稳定的探针台，针座分辨率可高达 0.7um，显微镜放大倍数最高可达 x195
- 最高支持同时操作两台吉时利源表，可以完成三端口器件测试

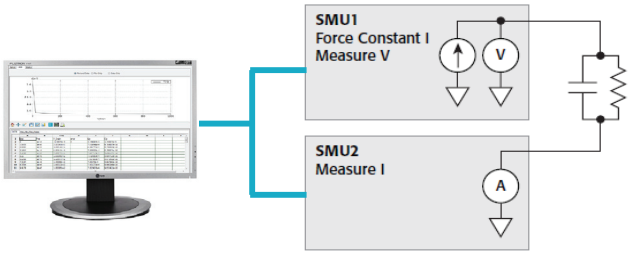
测试功能：

- 二极管特性的测量与分析
- 双极型晶体管 BJT 特性的测量与分析
- MOSFET 场效应晶体管特性的测量与分析
- MOS 器件的高频和准静态 C–V 特性测试
- MOS 器件的参数提取

MOS 电容的准静态 C–V 特性测试方案

系统结构：

系统主要由两台源表、四寸探针台和上位机软件组成，主要用于低频率 (10Hz 以下) C–V 特性测试。



SMU 与待测件连接图

在测试中，一台源表对待测件的一端输出恒定电流，并测量电压值记录时间。另一台源表用于测量待测件另一端的电流值。

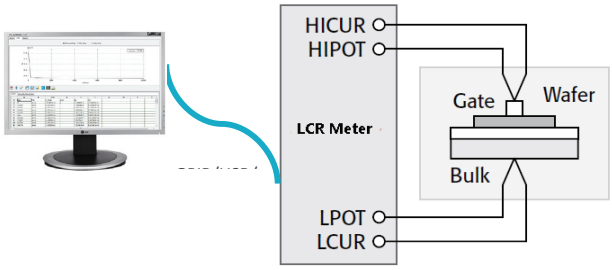
通过使用公式 I = C * dV/dt，或者 C = I / (dV/dt)，可以计算出相应的电容值。这种方式适用于在 0.1 ~ 1V/s 的电压斜率下测量 100 ~ 400pF 电容值。

MOS 电容的高频 C–V 特性测试方案

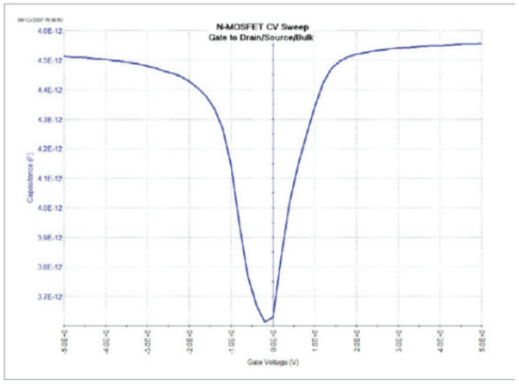
系统结构：

系统主要由源测量单元、LCR 表、探针台和上位机软件组成。LCR 表通常支持的测量频率范围在 30MHz 以内。源测量单元或电源负责提供可调直流电压偏置。

LCR 表测试交流阻抗的方式是在 HCUR 端输出交流电流，在 LCUR 端测试电流，同时在 HPOT 和 LPOT 端测量电压值。电压和电流通过锁相环路同步测量，可以精确地得到两者之间的幅度和相位信息，继而可以推算出交流阻抗参数。



LCR 表与待测件连接图



CV 特性曲线测试结果

典型方案配置：