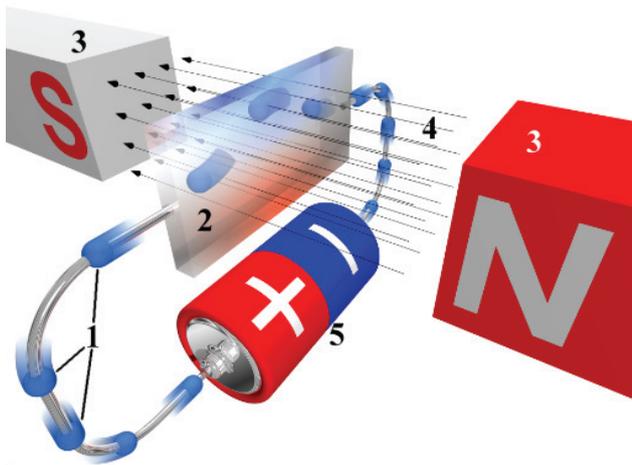


半导体霍尔效应测试方案

泰克 TSP-2000-HALL 半导体器件测试方案

系统背景：

测试半导体材料的霍尔效应是表征和分析半导体材料的重要手段。我们可以根据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；霍尔效应从本质上讲是运动的带电粒子在磁场中受洛仑兹力作用而引起的偏转。当带电粒子（电子或空穴）被约束在固体材料中，这种偏转就导致在垂直于电流和磁场的方向上产生正负电荷的聚积，从而形成附加的横向电场。



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。

与其他测试不同的是霍尔参数测试中测试点多、连接繁琐，计算量大，需外加温度和磁场环境等特点，在此前提下，手动测试是不可能完成的。

霍尔效应测试系统可以实现几千到至几万点的多参数自动切换测量，系统由 Keithley 2400 系列源表，2700 矩阵开关和霍尔效应测试软件 Cyclestar 等组成。可在不同的磁场、温度和电流下根据测试结果计算出电阻率、霍尔系数、载流子浓度和霍尔迁移率，并绘制曲线图。

方案特点：

- 标准系统可进行在不同磁场和不同电流条件下的霍尔效应和电阻的测量
- 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
- 选择变温选件，可以进行不同温度条件下的霍尔效应和电阻的测量
- 电阻测量范围：0.1mΩ—50MΩ

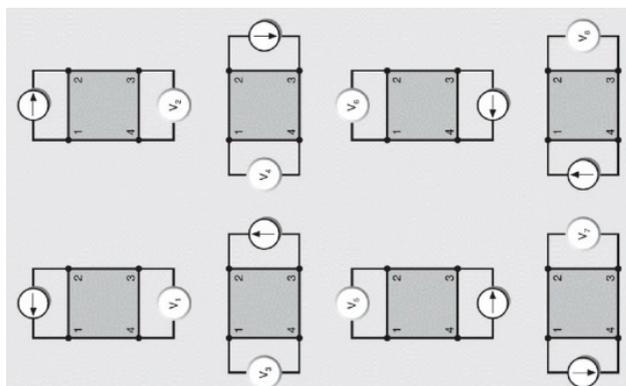
测试材料：

- 半导体材料：SiGe, SiC, InAs, InGaAs, InP, AlGaAs, HgCdTe 和铁氧体材料等
- 高阻抗材料：半绝缘的 GaAs, GaN, CdTe 等
- 低阻抗材料：金属、透明氧化物、弱磁性半导体材料、TMR 材料等

系统原理：

霍尔效应测试系统是根据范德堡法测量霍尔器件相关参数，主要是对霍尔器件的 I-V 测量，再根据其他相关参数来计算出对应的值。

电阻率：范德堡法测量电阻率需要围绕样品进行 8 次测量。电极 1、2 加电流电极 4、3 测电压，和电极 2、3 加电流电极 1、4 测电压，得到的电阻率称之为 ρ_A ；接下来电极 3、4 加电流电极 2、1 测电压，和电极 4、1 加电流电极 3、2 测电压，得到的电阻率称之为 ρ_B 。如果样品均匀， ρ_A 和 ρ_B 比较接近，求它们的平均值即能得到样品的电阻率 $\rho_{av} = (\rho_A + \rho_B) / 2$ 。



半导体霍尔效应测试方案

方案技术白皮书

霍尔系数：范德堡法测量霍尔系数同样需要围绕样品进行 8 次测量。电极 3 和电极 1 之间加电流，然后电极 4 和电极 2 之间测量电压，得到的霍尔系数称之为 R_{HC} ；接下来电极 4 和电极 2 加电流，电极 1 和电极 3 之间测量电压，得到的霍尔系数称之为 R_{HD} 。

$$R_{Hav} = (R_{HC} + R_{HD}) / 2$$

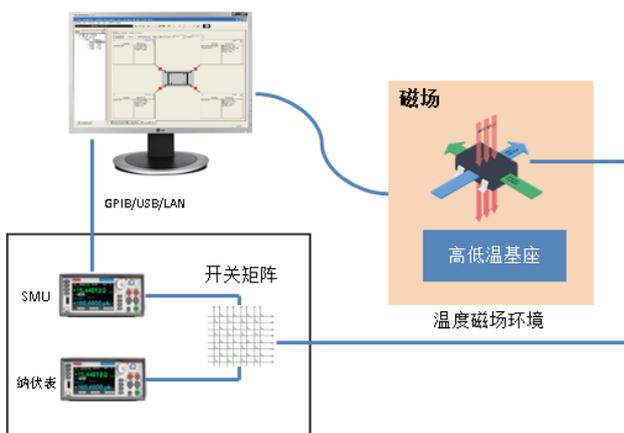
载流子浓度： $P = 1 / (R_{Hav} \cdot e)(cm^{-3})(e = 1.602 \times 10^{-19} C)$

霍尔迁移率： $u_H = R_{Hav} / \rho_{av}(cm^2 / V \cdot S)$

功能介绍：

- 可进行霍尔效应、I-V 特性、R-T 特性和 R-M 特性的测量
- 可得出参数：方块电阻、电阻率、霍尔系数、霍尔迁移率、载流子浓度和导电类型；
- R-T 特性—固定磁场，电阻随温度而变化的特性曲线
- R-M 特性—固定温度，电阻随磁场而变化的特性曲线
- 曲线绘制功能：I-V 特性—在不同磁场和不同温度条件下的 I-V 特性曲线
- R-T 特性—固定磁场，电阻随温度而变化的特性曲线
- R-M 特性—固定温度，电阻随磁场而变化的特性曲线

系统结构：



典型配置：

源表	2 x 2634B, 两台吉时利双通道 SMU
连接线	237-ALG-2, Triax 转鳄鱼夹连接线