

## 9-3 用热激活法测量肖特基势垒高度（教案）

### 实验的目的要求：

- 学习金属—半导体接触的有关基础理论知识；
- 了解和掌握肖特基势垒的测量方法；
- 正确地测定肖特基势垒高度和理查逊常数等物理量。

### 教学内容：

- 在晶体管图示仪上检查  $Pt/n-Si$  和  $Au/n-GaAs$  的肖特基势垒二极管的伏安特性是否良好。

- 利用式 (9—3—9) 测量  $Pt/n-Si$  的品质因子  $n$ ，串联电阻  $R$ 。

在 300K 温度下，选择适当的电压间隔（如 0.02V），分别测量正向偏置电压从 0.10—0.30V 范围内各个电压下的电流  $I$  值。作  $\frac{dV}{dI} - \frac{1}{I}$  曲线，由曲线定出品质因子  $n$ 、串联电阻  $R$ 。

- 利用式 (9—3—11) 测量  $Pt/n-Si$  的肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ （本实验金属与半导体接触的有效面积： $Ae = 2.83 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ）。

固定正向偏置电压（如 0.16V），分别测量样品在不同温度条件下的电流  $I$  值，作  $\ln\left(\frac{I}{T^2}\right) - \frac{1000}{T}$  曲线。由曲线定出肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。（注：当温度稳定以后，应确认偏置电压。）

- 测量  $Au/n-GaAs$  的品质因子  $n$ ，串联电阻  $R$ 。

在 300K 温度下，选择适当的电压间隔（如 0.02V），分别测量正向偏置电压从 0.10—0.30V 范围内各个电压下的电流  $I$  值。作  $\frac{dV}{dI} - \frac{1}{I}$  曲线，由曲线定出品质因子  $n$ 、串联电阻  $R$ 。

- 测量  $Au/n-GaAs$  肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ （本实验金属与半导体接触的有效面积： $Ae = 5.02 \times 10^{-3} \text{ cm}^2$ ）。

固定正向偏置电压（如 0.20V），分别测量样品在不同温度条件下的电流  $I$  值，作  $\ln\left(\frac{I}{T^2}\right) - \frac{1000}{T}$  曲线，由曲线定出肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。（注：当温度稳定以后，应确认偏置电压。）

**实验过程中可能涉及的问题：**（有的可用于检查预习的情况，有的可放在实验室说明牌上作提示，有的可在实验过程中予以引导，有的可安排为报告中要回答的问题，不同的学生可有不同的要求）

1. 肖特基势垒形成的机理是什么？
2. 利用热激活法如何测定肖特基势垒二极管的品质因子  $n$ 、串联电阻  $R$ ？正确测量的条件是什么？
3. 利用热激活法如何测定理查逊常数  $A^{**}$ 和肖特基势垒高度  $q\phi_b$ ？正确测量的条件是什么？
4. 为什么在测量前检查肖特基势垒二极管的伏安特性？
5. 对肖特基势垒二极管加偏压及测试电流时，为什么样品温度要发生变化？怎样减小温度变化对实验测量的影响？
6. 固定偏压测不同温度条件下肖特基势垒二极管的电流时，为什么每一温度都要重新确认偏置电压值？
7. 测试电流太小或太大，将会对肖特基势垒高度有什么样的影响？
8. 分别画出本实验测量的两种肖特基势垒二极管的  $\frac{dV}{dI} - \frac{1}{I}$  曲线和  $\ln\left(\frac{I}{T^2}\right) - \frac{1000}{T}$  曲线，算出品质因子  $n$ ，串联电阻  $R$ ，肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。
9. 如果品质因子  $n$  与 1 的差别较大和串联电阻  $R$  太大，如何对  $q\phi_b$  进行修正。

当正向偏压固定时，在不同温度条件下测电流  $I$  与温度  $T$  的关系，可以得到肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。试比较下列两种情况下获得实验结果：

- (1) 取  $n \approx 1$ ，以及  $V \gg IR$ ，即用 (9-3-11) 式推算出肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。
- (2) 直接利用实验测得的  $n$  和  $R$  值，来推算肖特基势垒高度  $q\phi_b$  和有效理查德常数  $A^{**}$ 。

### **难点：**

1. 利用差分法处理数据常产生比较大的误差。能否利用计算机提高测量结果的正确性？具体方法是什么？

2. 如果电压测量范围分别选择在 (0.1V ~ 0.3V) 和 (0.25V ~ 0.45V), 对测量结果有影响?  
原因是什么?
3. 根据书上提供的测量线路, 当温度稳定以后进入测量时样品温度却发生了变化, 其原因是什么? 如何克服这一现象?

**可进一步探索的问题:**

1. 在低温条件进行热激活法测量肖特基势垒高度, 观测温度对肖特基势垒高度的影响。
2. 选择不同载流子浓度样品, 观测载流子浓度对肖特基势垒高度的影响。