

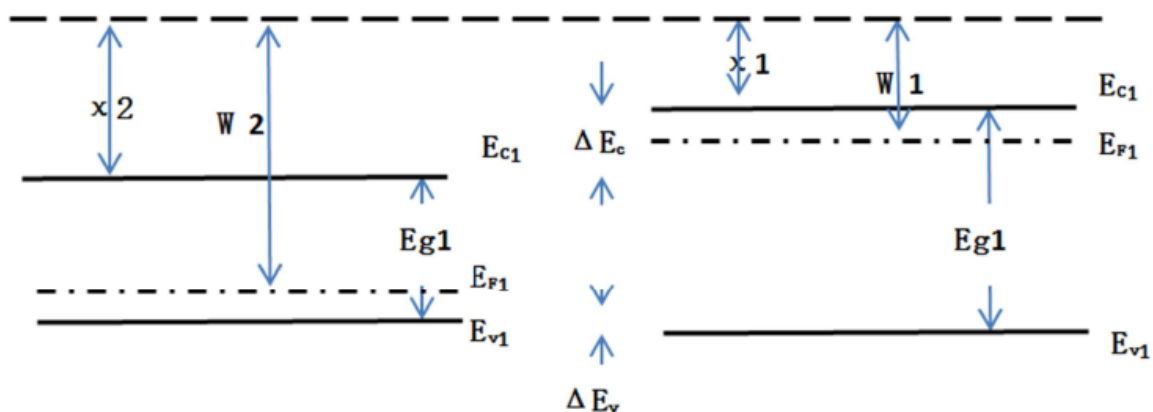
北京工业大学 2010-2011 学年半导体物理期末试卷

一、 简答题 (8*6' =48')

1. 请填写下表中的数据：

| 材料 | 晶格结构 | 布拉伐格子 | 直接/间接带隙 | 解理面 |
|------|------|-------|---------|-----|
| Si | | | | |
| GaAs | | | | |

- 什么是本征半导体？什么是杂质半导体？示意画出掺杂浓度为 N_d 的 N 型半导体样品电子浓度 n 和本征载流子浓度 n_i 随 T 变化曲线。
- “纯净的半导体中，掺入百万分之一的杂质，可以减小电阻率达 1 百万倍，”是估算说明之。
- 一块杂质补偿的半导体，受主杂质和施主杂质浓度相等。设杂质全部电离，判断当杂质浓度分别为
(a) $N_a=N_d=10^{14}\text{cm}^{-3}$ (b) $N_a=N_d=10^{18}\text{cm}^{-3}$ 时，哪种情况的电导率大？简述分析理由。
- 什么是载流子的平均自由时间 τ ？有两块 Si 半导体材料 1 和 2，其中 $\tau_1 > \tau_2$ ，迁移率哪个大？
如果同一块半导体中，有两种机理的平均自由时间 τ_1 和 τ_2 ，其总迁移率如何确定？
- 写出以 n 型样品为例少子空穴的连续性方程。
由连续性方程写出：不考虑电场的作用、无产生、稳态载流子扩散方程；
- 什么是 PN 结的势垒电容？定性说明掺杂浓度对势垒电容有何影响。
- 一个 p-n 异质结接触前能带图见图 1。画出平衡状态下能带图。



二、 (16')

电阻率为 $7\Omega\cdot\text{cm}$ 的 p 型硅， $T=300\text{K}$ 。

- (1) 试计算室温时多数载流子和少子浓度（可查图）。
- (2) 计算该半导体的功函数。
- (3) 不考虑界面态，在金属铝（功函数 $W_{Al}=4.20\text{eV}$ ）和金属铂（功函数 $W_{Pt}=5.3\text{eV}$ ）中选择制备肖特基二极管的金属，给出选择理由。
- (4) 求金属一侧势垒高度的理论值 $q\Phi_{ms}$ 和半导体一侧势垒高度 qV_D 。

三、（16'）

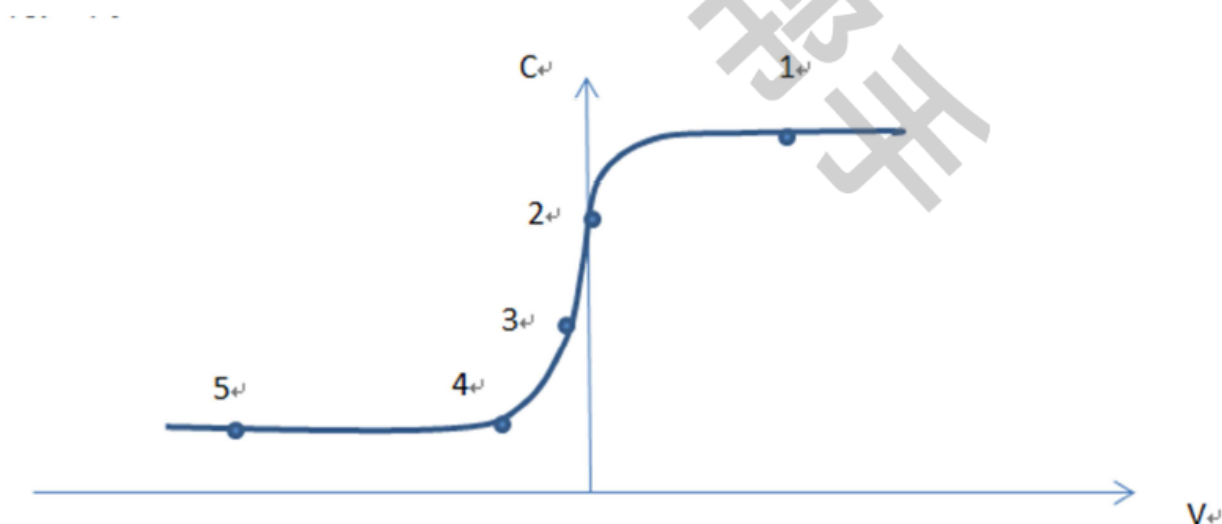
室温下，一个 Si 的 N-P 结，N 区一侧掺杂浓度为 10^{17}cm^{-3} ，P 区为 10^{15}cm^{-3}

- (1) 求该 N-P 结的接触电势差。
- (2) 画出平衡 PN 结、正向偏置 PN 结、反向偏置 PN 结 空间电荷区中及边界处的载流子分布示意图。
- (3) 根据正向和反向少子分布情况，解释 PN 结正向导通，反向截止的饱和特性。
- (4) 写出理想 PN 结 电流-电压 关系公式，在对数坐标下，定性画出理想和实际 I-V 特性示意图。

四、（15'）

一理想的 MOS 结构的高频测量的 C-V 曲线如图 2.

- (1) 判断该结构中，半导体的导电类型。
- (2) 说明图中 1,2,3,4,5 点的半导体一侧的状态，并示意画出每点半导体一侧的能带形状，以及金属和半导体一侧的电荷分布。



五、（5'）

任意论述一种能够测量下列半导体参数的实验方法和测量原理：半导体掺杂浓度、多子迁移率、少子迁移率、PN 结理想因子 m 。

附录：

1. 物理常数：

| | | |
|--------|--------------|------------------------------------|
| 电子电荷 | q | $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ |
| 波尔兹曼常数 | k | $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ |
| 电子伏特 | eV | $1.6 \times 10^{-19} \text{J}$ |
| 真空介电常数 | ϵ_0 | $8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$ |

2. Si 材料的性质 (300K)：

| | | |
|-----------|--------|-------------------------------------|
| 本征载流子浓度 | n_i | $1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$ |
| 导带底等效状态密度 | N_c | $3 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ |
| 价带顶等效状态密度 | N_v | $1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ |
| 亲和势 | χ | 4.05eV |
| 禁带宽度 | E_g | 1.12 eV |

3. Si 材料电阻率随掺杂浓度变化

