

2000 年西安电子科技大学半导体物理考研试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

2000 年西安电子科技大学半导体物理试题

一. 解释下列名词. (20%)

非平衡载流子 迁移率 扩散长度 替位式杂质 状态密度

二. 简要回答或证明. (40%)

1. 简述 GaAs 和 Si 的能带结构及其特点;
2. 某半导体中如果同时存在着施主杂质和受主杂质并且杂质全部电离时, 说明为什么在室温下其载流子浓度为两者之差, 而对迁移率的影响却是两者之和.
3. 写出电子和空穴的爱因斯坦关系, 并以热平衡态的非均匀 n 型半导体为例加以证明.
4. 某半导体中价带起作用的能带是极值 (位于 $k=0$ 处) 相重合的两个能带, 与这两个能带相对应的轻空穴有效质量 $(m_p)_l$ 和重空穴有效质量 $(m_p)_h$, 若 $(m_p)_l$ 和 $(m_p)_h$ 均为各向同性, 证明价带顶附近状态密度 $g_v(E)$ 为

$$g_v(E) = 4\pi V \frac{(2m_p^*)^{3/2}}{h^3} (E_0 - E)^{1/2}$$
 其中 $m_p^* = [(m_p)_l^{3/2} + (m_p)_h^{3/2}]^{2/3}$

5. 如果某半导体材料的导带在极小值附近可用方程:

$$E(\vec{k}) = a[(k_x - k_{0x})^2 + (k_y - k_{0y})^2] + b(k_z - k_{0z})^2$$

表示, 求: ① 电子有效质量;

② 假定该半导体具有立方对称性, $a > b$, 且 $k_{0x} = k_{0y} = 0$, 请画出空间的等能面分布图, 写出等能面的方程。

三. 计算题 (40分)

1. 硅中掺锑的半导体, 已知锑的电离能为 0.039 eV , 室温下 E_F 位于导带底下 0.026 eV 处, 已知室温下 $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, 费米积分 $F_2(\beta)$ 值见下表。

① 该半导体是 n 型还是 p 型, 为什么;

② 求锑的浓度;

③ 求导带中的电子浓度。

ξ	-2	-1	0	1	2
$F_2(\xi)$	10^{-1}	2.5×10^{-1}	6×10^{-1}	1.30	2.40

(本题满分 12 分)

2. 室温下的半导体硅, 其本征载流子浓度为 $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. 掺入的施主杂质浓度为 $N_D = 2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, 已知 $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $f = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 求:

① 热平衡态下的导带电子浓度 n_0 , 价带空穴浓度 p_0 , 费米能级 (以 E_i 为参考);

② 计算此时的电导率 σ ;

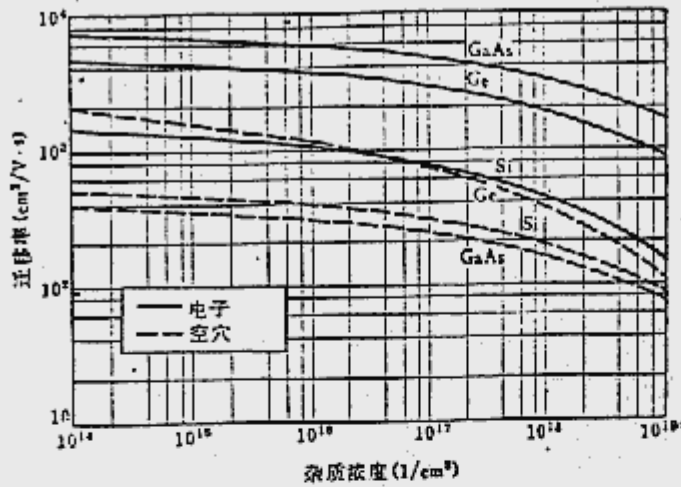
③ 如果注入非平衡载流子, 稳态时 $\Delta n = \Delta p = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$, 计算此时电子和空穴的准费米能级位置 E_F^n 和 E_F^p (仍以 E_i 为参考);

④ 画出以 E_i 为参考位置的热平衡态 E_F , 非平衡态 E_F^n 和 E_F^p 的示意图;

⑤ 计算注入稳态条件下的样品电导率 σ ;

注: 室温下迁移率与杂质浓度的关系曲线在书 2 页给出。

(本题满分 16 分)



300K时锗、硅、砷化镓迁移率与杂质浓度的关系

3. 在半无限大的N型硅样品表面处有稳定的空穴注入，表面处注入的空穴浓度为 $(\Delta p)_0 = 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ ，非平衡少数空穴的寿命为 $5 \mu\text{s}$ ，空穴的迁移率为 $500 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，室温下，求

- ① 非平衡少数载流子的扩散长度；
- ② 非平衡少数载流子的分布；
- ③ 从表面扩散进入半导体内部的空穴电流密度；
- ④ 在距表面多远处非平衡空穴浓度等于 10^{12} cm^{-3} 。

(已知 300K 时 $k_B T = 0.026 \text{ eV}$)

(本题满分12分)