

## 1999 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>

1999 年西安电子科技大学半导体物理试题

一. 叙述题 (30%)

1. 试说明什么是浅能级杂质, 什么是深能级杂质, 将它们引入半导体中其分别引起的主要作用是什么? 以硅中掺杂为例, 请各举一例说明浅能级杂质和深能级杂质。再说明什么是杂质补偿, 什么是有效杂质浓度。
2. 什么是非简并半导体, 什么是简并半导体, 以元素半导体 Ge, Si 为例, 说明在什么情况下容易发生简并化, 对 n 型半导体, 如果以  $E_F$  和  $E_C$  的相对位置作为区分简并化与非简并化的标准, 请写出简并、弱简并和非简并的条件。
3. 请分别说明硅 (Si) 和锗 (Ge) 的导带结构特点。
4. 什么是直接复合, 什么是间接复合, 请至少举出一例直接复合点有优势的半导体材料。

5. 什么是中程杂质散射, 在什么条件下它才起主要的散射作用, 什么是由杂质散射, 由杂质散射的散射几率  $P_i$  与温度的关系是怎样的?

二. 回答问题并简要计算. (25%)

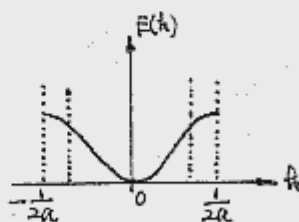
1. 什么是本征半导体, 什么是本征激发, 本征激发的特点是什么? 请推导出本征半导体的费米能级表达式; 若已知, Si  $m_p^*/m_0 = 0.55$ , Ge  $m_p^*/m_0 = 0.66$ , 那么在室温条件下说明本征 Si 和 Ge 的费米能级所处的位置.

2. 试比较金刚石结构晶胞和闪锌矿结构晶胞的共同点和不同点. 对金刚石结构晶胞而言, 它在  $\{100\}$  晶向上的 ① 原子面密度 ② 面间距和 ③  $\langle 100 \rangle$  晶向上的原子线密度各是多少?

3. 半导体中引进有效质量的意义是什么? 下图中示意画出了  $E(k) \sim k$  的关系曲线, 请在此基础上定性画出:

①  $v(k) \sim k$  关系曲线;

②  $m_p^*(k) \sim k$  关系曲线.



三. 计算题 (45%)

1. 室温下有一块本征本硅, 其本征载流子浓度为  $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ , 现掺入浓度为  $1.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  的磷原子和  $5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  的硼原子, 已知  $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  而  $n_i, m_p$  的值列下表, 求:

杂质浓度 ( $\text{cm}^{-3}$ )	$1.0 \times 10^{16}$	$5 \times 10^{16}$	$1.0 \times 10^{17}$	$1.5 \times 10^{17}$	$2 \times 10^{17}$	$2.5 \times 10^{17}$	$3 \times 10^{17}$
电子迁移率 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )	1100	900	790	700	650	610	600
空穴迁移率 ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )	400	350	310	300	290	280	270

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  $E_F$  (以本征费米能级  $E_i$  为标准) 并画出示意图。

② 此样品的电阻率  $\rho_0 = ?$ ; ( $E_i = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J/eV}$ )

③ 如果光注入浓度为  $\Delta n = \Delta p = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  的非平衡载流子，此时是否为小注入，为什么？

④ 计算上述光注入条件下的电子和空穴的准费米能级位置 (仍以  $E_i$  为标准)；

⑤ 在④中的示意图中画出非平衡态下  $E_F^e$  和  $E_F^h$ ，说明为什么  $E_F^e$  和  $E_F^h$  偏离  $E_i$  的程度是不同的；

⑥ 光注入稳态条件下样品的电阻率  $\rho = ?$

2. 光照一块 n 型硅样品， $t=0$  时光照开始并被样品均匀地吸收，非平衡载流子的产生率为  $G$ ，空穴的寿命为  $\tau$ ，

① 写出光照条件下非平衡载流子所满足的方程；

② 光照达到稳态时的非平衡载流子浓度；

③ 如果产生率为  $10^{20} \text{ cm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ，寿命为  $5 \times 10^{-6} \text{ s}$ ，求样品的附加电导率。

(已知  $\mu_n = 1350 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ， $\mu_p = 500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ， $f = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J/eV}$ )