

半导体物理考试试卷（2004-11）

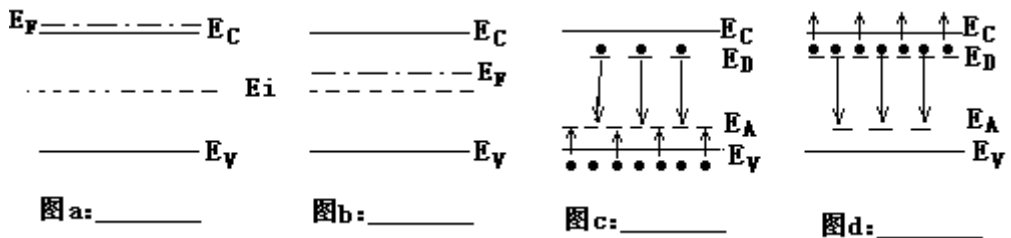
姓名 _____ 学号 _____

一、 填空（每空 1 分，共 34 分）

1. 纯净半导体 Si 中掺V族元素的杂质，当杂质电离时释放_____。
这种杂质称_____杂质；相应的半导体称_____型半导体。
2. 当半导体中载流子浓度的分布不均匀时，载流子将做_____运动；在半导体存在外加电压情况下，载流子将做_____运动。
3. $n_0 p_0 = n_i^2$ 标志着半导体处于_____状态，当半导体掺入的杂质含量改变时，乘积 $n_0 p_0$ 改变否？_____；当温度变化时， $n_0 p_0$ 改变否？_____。
4. 非平衡载流子通过_____而消失，_____叫做寿命 τ ，寿命 τ 与_____在_____中的位置密切相关，对于强 p 型和 强 n 型材料，小注入时寿命 τ_n 为_____，寿命 τ_p 为_____。
5. _____是反映载流子在电场作用下运动难易程度的物理量，_____是反映有浓度梯度时载流子运动难易程度的物理量，联系两者的关系式是_____，称为_____关系式。
6. 半导体中的载流子主要受到两种散射，它们分别是_____和_____。前者在_____下起主要作用，后者在_____下起主要作用。
7. 半导体中浅能级杂质的主要作用是_____；深能级杂质所起的主要作用_____。
8. 对 n 型半导体，如果以 E_F 和 E_C 的相对位置作为衡量简并化与非简并化的标准，那末，_____为非简并条件；_____为弱简并条件；_____为简并条件。

12. 当 P-N 结施加反向偏压增大到某一数值时，反向电流密度突然开始迅速增大的现象称为_____，其种类为：_____、和_____。

13. 指出下图各表示的是什么类型半导体？



二、将下列英文名词翻译成中文，并解释之（每题 6 分，共 24 分）

(1) indirect recombination

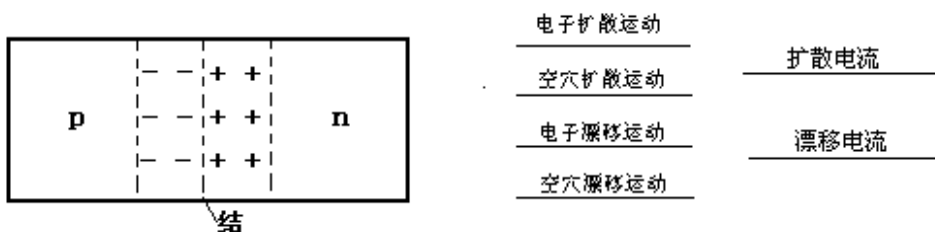
(2) diffusion length

(3) hot carriers

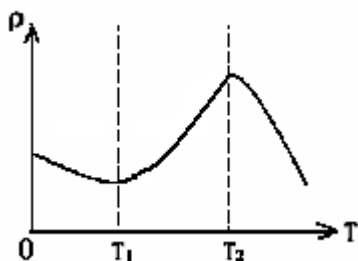
(4) space charge region

三、简要回答（共 26 分）

1. （7 分）平衡 p-n 结的空间电荷区示意图如下，画出空间电荷区中载流子漂移运动和扩散运动的方向（在下图右侧直线上添加尖头即可）。并说明扩散电流和漂移电流之间的关系。



2. （10 分）n 型半导体的电阻率随温度的变化曲线如图所示，试解释为什么会出现这样的变化规律。



3. （9 分）光照一块 n 型硅样品， $t=0$ 时光照开始，非平衡载流子的产生率为 G ，空穴的寿命为 τ ，则光照条件下少数载流子所遵守的运动方程为

$$\frac{\partial p}{\partial t} = D_p \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - \mu_p \left| \vec{E} \right| \frac{\partial p}{\partial x} - \mu_p P \left| \frac{\partial \vec{E}}{\partial x} \right| - \frac{\Delta p}{\tau} + G,$$

(1) 写出样品在掺杂均匀条件下的方程表达式

(2) 写出样品掺杂均匀、光照恒定且被样品均匀吸收条件下的方程表达式

四、计算（16 分）

1、 单晶硅中均匀地掺入两种杂质掺硼 $1.5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ ， 掺磷 $5.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 。试计算：

- （1）室温下载流子浓度（4 分）；
- （2）室温下费米能级位置（4 分）；
- （3）室温下电导率（4 分）；
- （4）600K 下载流子浓度（4 分）。

已知：室温下 $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$ ， $N_c = 2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ ，

$$N_v = 1.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}, \quad k_0 T = 0.026 \text{eV};$$

$$\mu_n = 500 (\text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}), \mu_p = 1300 (\text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s})$$

$$600\text{K 时 } n_i = 6 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}。$$