

西北大学 2005 年招收攻读硕士学位研究生试题

科目名称：半导体物理学

科目代码：472

适用专业：电路与系统、微电子学与固体电子学

共 3 页

答案请答在答题纸上，答在本试题上的答案一律无效

一、名词解释并比较说明：(30 分)

- 1、平衡载流子、非平衡载流子：(6 分)
- 2、直接复合、间接复合：(6 分)
- 3、施主杂质电离能，受主杂质电离能：(6 分)
- 4、少子寿命、少子扩散长度：(6 分)
- 5、同质结、异质结：(6 分)

二、简要回答或计算：(50 分)

- 1、举例说明何谓直接禁带半导体和间接禁带半导体，说明直接跃迁和间接跃迁时，跃迁前后电子波矢量遵守的选择定则。(10 分)
- 2、本征硅的费米能级 E_f 位于禁带中何处？n 型硅随着施主杂质浓度的增加，其费米能级 E_f 如何变化？p 型硅随着受主浓度增加， E_f 如何变化？(10 分)
- 3、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？(10 分)

4、请示意画出在一维情况下半导体中电子的 $E(k) \sim k$ 、 $V(k) \sim k$ 和 $m_n^* \sim k$ 关系的示意图。(10分)

5、指出三种判断半导体导电类型的方法并简述其原理。(10分)

三、计算题：(70分)

1、(15分) 计算含施主杂质浓度 $N_D = 9.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 及受主杂质浓度 $N_A = 1.1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 的硅在 300K 时的电子和空穴浓度，以及费米能级的位置。(300K 下，硅的 $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$ ， $k_B T = 0.026 \text{eV}$)

2、(15分) 电阻率为 $1 \Omega \cdot \text{cm}$ 的 n 型硅，当用稳定光均匀照射该样品时，其产生率为 $10^{20} \text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ ，非平衡载流子的寿命为 5 微秒，求：

(1) 样品的附加电导率？

(2) 光照后样品的电阻率？

($\mu_n = 1350 \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ， $\mu_p = 500 \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ ， $q = 1.602 \times 10^{-19}$ 库仑)

3、(20分) 将 Si 原子掺杂到 GaAs 材料中，若 Si^{IV} 原子浓度为 10^{11}cm^{-3} ，其中 5% 取代 As^{V} 原子，95% 取代 Ga^{III} 原子，并在室温下全部电离。求：

(1)、施主和受主浓度？

(2)、电子和空穴浓度及费米能级位置？

(3)

(3)、导电类型及电阻率？

($N_c = 4.5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_v = 8.1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, $\mu_n = 8500 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$,

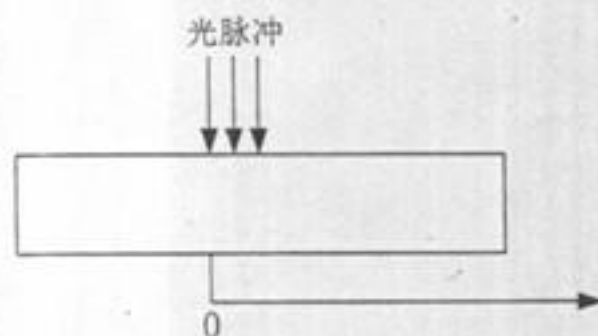
$\mu_p = 400 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$, $n_i = 1.1 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$)

4、(20分) 以 n 型半导体为例，请写出一维情况下小注入时，漂移运动和扩散运动同时存在的条件下，少数载流子的连续性方程式；再按照下列各条件对该连续性方程式进行化简，注意不必求解方程：

(1) 均匀半导体材料，电场是均匀的，表面光照恒定，且 $G_0=0$ ；

(2) 光照在均匀半导体内部均匀地产生非平衡载流子，没有电场，在 $t=0$ 时刻光照停止；

(3) 在一块均匀的半导体中，用局部光脉冲照射，如图所示，假定没有外加电场，当脉冲停止后空穴的一维连续性方程；



(4) 其它条件同 (3)，但样品加上一个均匀电场。