

河北工业大学 2009 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A] 卷

科目名称 半导体物理学

科目代码

890

共 2 页

适用专业 微电子学与固体电子学, 物理电子学

注: 所有试题答案一律写在答题纸上, 答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、简述(共 50 分)

- 1、说明硅晶体的晶体结构类型, 并说明其原子间结合键的性质(离子键、共价键、混合键)(6 分)
- 2、根据你对硅和锗晶体能带的了解, 说出这两种半导体能带的几个特点(两点以上, 包括两点)(6 分)
- 3、两个一维晶格, 电子能量分别可以表示为 $E_1(k)=Ak^2$, $E_2(k)=2Ak^2$, 其中 A 是常数且 $A>0$, k 是波矢, 说出两个一维晶格中哪个晶格的电子有效质量大, 为什么?(6 分)
- 4、简述本征半导体中掺入浅施主杂质对导带电子浓度和迁移率的影响(6 分)
- 5、简述 n 型半导体中费米能级随着温度升高而变化的趋势, 同时简述一定温度条件下, 费米能级随掺入施主杂质浓度增加而变化的趋势(6 分)
- 6、半导体中同时存在电子和空穴两种载流子, 电子浓度和迁移率分别为 n 和 μ_n , 空穴浓度和迁移率分别为 p 和 μ_p , 电子电荷量为 q , 写出其电导率 σ 的表达式(6 分)
- 7、(1) 由于光照, 半导体中均匀产生非平衡载流子。在光照刚停止的瞬间, 非平衡载流子浓度为 Δn_0 , 已知非平衡载流子寿命为 τ , 写出光照停止后非平衡载流子浓度 $\Delta n(t)$ 随时间变化的表达式;(2) 如果光全部在半导体表面被吸收, 只在半导体表面产生非平衡载流子, 则非平衡载流子将由表面向内部扩散。已知在表面非平衡电子浓度为 $\Delta n(0)$, 以垂直光照表面指向体内的方向为 x 轴正方向, x 轴与光照表面的交点为坐标原点建立坐标系, 写出恒定光照下, 载流子分布稳定后, 非平衡载流子浓度 $\Delta n(x)$ 随 x 变化的表达式。已知非平衡载流子寿命为 τ , 扩散系数为 D 。(8 分)
- 8、施主浓度为 N_D 的 n 型半导体中再掺入浓度为 N_A 受主, 半导体中电子浓度增大还是减小? 空穴浓度增大还是减小? 载流子迁移率增大还是减小?(6 分)

二、已知某半导体导带底附近电子能量 $E_c(k)$ 和价带顶附近电子能量 $E_v(k)$ 分别为 $E_c(k) = \hbar^2 k^2 / 2m_0 + \hbar^2 k_0^2 / 2m_0$, $E_v(k) = -\hbar^2 k^2 / 2m_0 - \hbar^2 k_0^2 / 2m_0$, 其中 k 为波矢, k_0 为常数, m_0 为电子的惯性质量, 求禁带宽度表达式(16 分)

三、某半导体中掺入浓度为 $2 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 的浅施主, 施主杂质的电离能 $\Delta E_D = E_c - E_D = 0.026 \text{eV}$, 室温导带状态密度 N_C 为 $2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, 按非简并处理, 求室温下导带电子浓度 n_0 (提示: 室温时 $k_B T = 0.026 \text{eV}$) (21 分)

四、半导体中电子迁移率 μ_n 和空穴迁移率 μ_p 不相等, 证明该半导体电导率最小值 σ_{\min} 可以表示为 $\sigma_{\min} = 2qn_i(\mu_p \mu_n)^{1/2}$ 。其中, q 和 n_i 分别是电子电荷量和本征载流子浓度, μ_n 和 μ_p 分别是电子和空穴迁移率。(21 分)

五、某 p 型半导体掺入浅受主杂质浓度 $N_A = 10^{16} \text{cm}^{-3}$, 在均匀光照射下产生非平衡电子空穴对, 产生率 $g =$

$10^{18} \text{cm}^{-3}/\text{s}$, 非平衡载流子寿命 $\tau = 10 \mu\text{s}$, 计算室温时稳定光照情况下载流子的准费米能级, (即计算 $E_F^n - E_i$ 和 $E_F^p - E_i$, E_F^n 、 E_F^p 和 E_i 分别是电子准费米能级、空穴准费米能级和本征费米能级) 并和原来无光照时的热平衡费米能级 ($E_F - E_i$) 比较, 已知本征载流子浓度 $n_i = 10^{10} \text{cm}^{-3}$ (21 分)

六、(1) 写出载流子一维稳态扩散方程; (2) 已知一个 n 型半导体中空穴的扩散系数为 D_p , 空穴寿命为 τ , 用光稳定照射其表面, 光全部在表面被吸收并产生非平衡电子空穴对, 表面处非平衡空穴浓度为 $(\Delta p)_0$, 非平衡空穴由光照表面向内部的扩散是一维的, 求非平衡空穴沿垂直光照表面方向的分布, 并求从光照表面扩散进入半导体内部空穴电流密度表达式。假设样品足够厚。(21 分)