

# 中国科学院研究生院

## 2012 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

### 科目名称：半导体物理

#### 考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上均无效。
3. 可以使用无字典存储和编程功能的电子计算器。

---

#### 一、（共 50 分，每题 5 分）解释下列名词或概念

1. 载流子有效质量；
2. 电子的费米分布函数；
3. 费米能级；
4. 电导有效质量；
5. 非平衡载流子寿命；
6. 齐纳击穿；
7. 塞贝克效应；
8. 达姆表面态；
9. 半导体超晶格；
10. 受激辐射。

#### 二、（共 20 分，每题 10 分）简答题

1. 简述杂质能带和禁带变窄效应。
2. 简述 pn 结的扩散电容和势垒电容。在 pn 结反偏及加高频信号时，哪种电容为主？

三、（20 分）试证明对于能带中的电子， $\mathbf{k}$  状态和  $-\mathbf{k}$  状态的电子速度大小相等，方向相反，即  $\mathbf{v}(-\mathbf{k}) = -\mathbf{v}(\mathbf{k})$ 。并解释为什么无外电场时，晶体中的总电流等于零。

四、（20 分）有一非简并 n 型半导体，除施主浓度  $N_D$  外，还含有少量的受主，其浓度为  $N_A$ 。在弱电离情况下且电子浓度  $n_0 \ll N_A$  时，试求  $n_0$  的表达式。（设导带边能量为  $E_C$ ，施主能级为  $E_D$ ，导带等效态密度为  $N_C$ ）

五、(20分) n型硅片表面受均匀恒定的光照射, 在表面注入的非平衡少数载流子浓度为 $5 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ , 设少子寿命为 $10 \mu\text{s}$ , 迁移率为 $500 \text{cm}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$ , 计算室温下

- (1) 非平衡少数载流子的扩散长度;
- (2) 在距离表面二倍扩散长度处少子的净复合率;
- (3) 求距离表面二倍扩散长度处少子的扩散电流密度。

(室温下 $k_0T = 0.026 \text{eV}$ , 自然对数之底近似取为 2.71, 电子电量 $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ )

六、(20分) 以 p型半导体为衬底的 MOS 结构, 试证明在耗尽状态下, 从半导体的空间电荷区边界 $x_d$ 处开始到靠近绝缘体的半导体表面, 电势按抛物线方式

上升。即,  $V(x) = V_s \left( 1 - \frac{x}{x_d} \right)^2$  (式中 $V_s = \frac{qN_A x_d^2}{2\epsilon_0 \epsilon_r}$ ,  $N_A$ 为衬底掺杂浓度)。