

山东大学

二〇一七年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码 830 科目名称 半导体物理

(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上无效)

一、名词解释 (每小题 3 分, 共 27 分)

1. 金刚石结构
2. 禁带宽度
3. 电离能
4. 状态密度
5. 漂移运动
6. 迁移率
7. 俄歇复合
8. 直接带隙半导体
9. 霍尔角

二、问答题 (每题 5 分, 共 45 分)

1. 从能带底到能带顶, 晶体中电子的有效质量如何变化? 内层电子和外层电子谁的有效质量大? 谁在外力作用下可以获得较大的加速度?
2. 简述导体、半导体、绝缘体的能带特征。
3. 简述杂质原子进入半导体后的存在方式及各自形成条件。
4. 为什么硅半导体器件的工作温度比锗器件高?
5. 本征半导体材料电阻率随温度如何变化? 杂质半导体呢? 为什么?
6. 金属和半导体谁的迁移率高? 为什么?
7. 说明非平衡载流子寿命物理意义, 非平衡载流子寿命长或短标志着什么?
8. 简述半导体主要电致发光过程。
9. 简述霍尔效应及其应用。

三、计算题 (共 78 分)

1. 已知一维晶体的电子能带可写成

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{m_0 a^2} \left(\frac{7}{8} - \cos 2\pi ka + \frac{1}{8} \cos 6\pi ka \right)$$

式中, a 为晶格常数。试求:

- (1) 能带的宽度;
- (2) 电子的波矢 k 状态时的速度;
- (3) 能带底部和顶部电子的有效质量。

(本题 26 分)

2. 设二维正方格子的晶格常数为 a , 若电子能量可表示为:

$$E(k) = \frac{\hbar^2}{2m_n^*} (k_x^2 + k_y^2), \text{ 试求状态密度。 (本题 13 分)}$$

3. 试计算电阻率为 10 欧姆·厘米的 n 型硅样品在室温时的电子和空穴密度。

(本题 13 分)

4. 某 p 型半导体掺杂浓度 $N_A = 10^{16} / \text{cm}^3$, 少子寿命 $\tau_n = 10 \mu\text{s}$, 在均匀光的照射下产生非平衡载流子, 其产生率 $g = 10^{18} / \text{cm}^3 \cdot \text{s}$, 试计算室温光照情况下的费米能级并和原来无光照时的费米能级相比较。(本题 16 分)

5. 求本征半导体 Ge 产生光电效应所需的波长吸收限。室温下 Ge 的禁带宽度 E_g 为 0.72 电子伏。(本题 10 分)