

山东大学

二〇一九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)

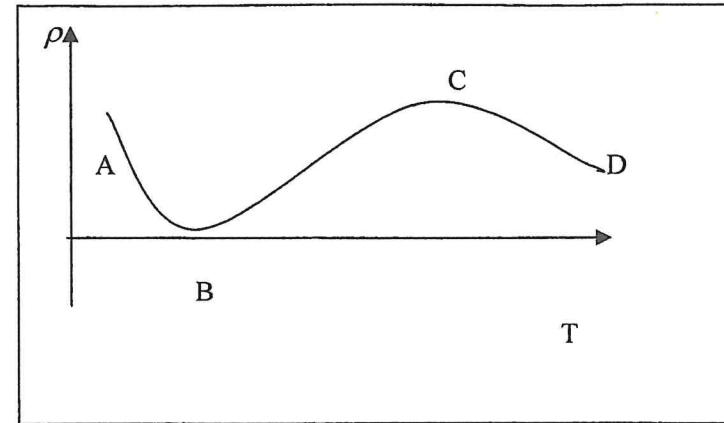
一、名词解释 (每小题 3 分, 共 27 分)

1. 单电子近似
2. p 型半导体
3. 电离能
4. 热载流子
5. 准费米能级
6. 简并
7. 陷阱效应
8. 自由载流子吸收
9. 霍尔效应

二、问答题 (每题 5 分, 共 45 分)

1. 什么是间接带隙和直接带隙半导体材料? 这种不同的能带结构对载流子复合有何影响?
2. 简述半导体的主要晶格结构及其特点。
3. 简述引入空穴概念的意义。
4. 在同样的温度和掺杂浓度下, 为什么电子的迁移率高于空穴?
5. 什么是载流子的迁移运动? 什么是载流子的扩散运动?
6. 简述半导体光吸收过程。
7. 简述半导体主要电致发光过程。
8. 怎样确定半导体材料的类型 (n 型或 p 型半导体材料)?

9. 图是中等掺杂浓度的 Si 的电阻率随温度变化关系的曲线, 简要分析其原因。



三、计算题 (共 78 分)

1. 铋化镉能隙 $E_g=0.23\text{eV}$, 介电常数 $\epsilon=18$, 电子有效质量 $m_e=0.015m$, 试计算: (1) 施主电离能; (2) 基态轨道的半径; (3) 施主浓度最小应为多大, 就会出现相邻杂质原子轨道间的显著交迭效应? 这种交迭可能产生一个杂质能带, 这种能带的能级使得有可能出现一种导电性。它大概是通过一种跳跃机制进行, 在这种机制中电子由一个杂质位置运动到相邻的电离杂质位置。(本题 26 分)
2. 计算含有施主杂质浓度 $N_D=9\times 10^{15}\text{cm}^{-3}$ 及受主杂质浓度为 $1.1\times 10^{16}\text{cm}^{-3}$ 的硅在 300K 时的电子和空穴浓度以及费米能级的位置。(本题 13 分)
3. 300K 时, Ge 的本征电阻率为 $47\Omega\cdot\text{cm}$, 如电子和空穴迁移率分别为 $3900\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$ 和 $1900\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$, 试求本征 Ge 的载流子浓度。(本题 13 分)
4. CdS 光电导体在 5100\AA 出现截止电导现象。电子寿命为 10^{-9} 秒, 迁移率为 $0.1\text{m}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, 空穴被陷阱俘获。光电导体元件长 1 毫米, 宽 1 毫米, 厚 0.1 毫米, 两端有欧姆接触。因此, 受光面积是 1mm^2 。另外欧姆接触的面积是 0.1mm^2 。用 $10\text{瓦特}/\text{m}^2$ 强度的紫外线 ($\lambda=4096\text{\AA}$) 照射 CdS 光电导体, 量子效率为 1 时, 请回答下列问题:
 - (1) 每秒中产生的电子-空穴对数
 - (2) 样品中电子数的增加
 - (3) 样品的电导变化
 - (4) 样品上加 50 伏电压时产生的光电流值
 - (5) 光电导过程的增益系数(本题 16 分)
5. 长 30mm, 宽 6mm, 厚 1mm 的 P 型半导体样品, 其电阻值为 500Ω 。把它放置于垂直样品表面的 0.5T 的磁场中, 当通过样品的电流为 10mA 时, 出现 5mV 的霍尔电压。试求半导体样品的霍尔迁移率和载流子浓度。(本题 10 分)