

华东师范大学

共 2 页

## 2003 年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目: 半导体物理

招生专业: 微电子学与固体电子学

## 一、名词解释 (每题 4 分, 共 36 分)

本征半导体	间接带隙半导体	迁移率
爱因斯坦关系式	热电子发射	有效质量
少数载流子寿命	理想 MIS 结构	整流接触

## 二、简答题 (每题 6 分, 共 60 分)

1. 画图表示金属、半导体、绝缘体最外层价电子能带结构的差异。
2. 简述硅材料中载流子散射的几种主要机制, 并说明在低掺杂浓度的半导体中随温度升高, 载流子迁移率的变化趋势?
3. 举例说明哪些杂质在硅中形成深能级, 在半导体材料中引入深能级对材料特性有什么影响?
4. 为什么硅器件比锗器件具有更高的极限工作温度?
5. 什么叫欧姆接触? 说明理论上实现欧姆接触的方法, 实际集成电路工艺中一般采用哪些方法实现?
6. 定性分析掺杂半导体和本征半导体电阻率随温度的变化趋势, 并说明原因。
7. 区别雪崩击穿和隧道击穿机制的不同, 并说明双极晶体管中的结击穿多数表现为雪崩击穿的原因。
8. 分析杂质完全电离的 P 型半导体其费米能级随温度变化。

9. 解释硅 PN 结的反向电流随反向电压增加而增大的原因。
10. 在忽略界面态影响的情况下, 可以用什么实验测量 MIS 结构氧化层中固定电荷与可动电荷面密度, 分析其实验原理。

### 三、 计算题及叙述题 (每题 9 分, 共 54 分)

1. 掺磷的 n 型硅, 已知磷的电离能为 0.044eV, 求室温下杂质一半电离时费米能级的位置和磷的浓度。
2. 设半导体的空穴浓度是线性分布, 在  $3\mu\text{m}$  内浓度差为  $10^{12}\text{cm}^{-3}$ ,  $\mu_p=400\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{S}$ , 求空穴扩散电流密度。
3. 设 MIS 结构氧化层中电荷呈三角形分布, 且金属附近高, 硅附近为零的情况下, MIS 结构平带电压的变化。(假定单位面积的总离子数都是  $10^{12}\text{cm}^{-2}$ , 氧化层厚度均为  $0.3\mu\text{m}$ ,  $\epsilon_{r0}=3.9$ )
4. 现有两块外观完全相同的硅单晶, 其中一块是高纯度的本征硅, 另一块是含有杂质并完全补偿的硅。举出一种能识别它们的实验方法, 并说明实验原理。
5. 说明直接复合和间接复合的物理意义。为什么硅中掺金工艺能有效降低少数载流子的寿命?
6. 画图表示理想 MIS 结构 (半导体为 p 型) 强反型时的能带图。分析在实际 NMOS 器件中, 影响其阈值电压的主要因素。

题目中可能用到的常量如下:

$$K_B=1.38\times 10^{-23}\text{J/K}, \quad q=1.6\times 10^{-19}\text{C}, \quad \epsilon_0=8.854\times 10^{-12}\text{F/m}$$

$$\text{室温下硅材料中 } N_c=2.8\times 10^{19}\text{cm}^{-3}, \quad n_i=1.5\times 10^{10}/\text{cm}^{-3}$$