

北京理工大学

2006年攻读硕士学位研究生入学考试试题

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

一. 单项选择题(总分16分,每小题2分)。

1. 晶格振动能量变化的最小单位叫()。
 - a) 光子
 - b) 激子
 - c) 电子
 - d) 声子
2. 服从费米统计分布的电子系统称为()性系统。
 - a) 简并
 - b) 非简并
 - c) 平衡
 - d) 非平衡
3. 电子从价带跃迁到导带形成的吸收称为()吸收。
 - a) 本征
 - b) 非本征
 - c) 晶格振动
 - d) 激子
4. 处在反向偏置的PN结中不存在()电流。
 - a) 电子
 - b) 复合
 - c) 空穴
 - d) 产生
5. 杂质高度补偿的半导体()。
 - a) 电阻率低
 - b) 是纯半导体
 - c) 不能用来制作半导体器件
 - d) 是简并半导体
6. N型半导体的霍尔系数 R_H ()。
 - a) >0
 - b) $=0$
 - c) 不随温度改变
 - d) <0
7. 当 $n=p \gg n_i$ 时,由直接复合过程决定的半导体中存在载流子的()。
 - a) 净产生
 - b) 产生=复合
 - c) $np = n_i^2$
 - d) 净复合
8. 不考虑表面态影响时,()。
 - a) 若 $\phi_m < \phi_s$, 金属和N型半导体接触可形成反阻挡层
 - b) 若 $\phi_m < \phi_s$, 金属和N型半导体接触可形成阻挡层
 - c) 若 $\phi_m > \phi_s$, 金属和P型半导体接触可形成阻挡层

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

d) 若 $W_m < W_s$, 金属和P型半导体接触可形成反阻挡层

二. 多项选择题(总分27分, 每小题3分)

1. 半导体中电子的有效质量 m_n^* ()。
 - a) 在能量极小值附近 $m_n^* > 0$
 - b) 在能量极小值附近 $m_n^* < 0$
 - c) 在能量极大值附近 $m_n^* < 0$
 - d) 可以通过回旋共振实验测出
2. 空穴具有如下的主要特征 ()。
 - a) 空穴浓度等于价带中空状态浓度
 - b) 空穴的波矢等于原状态内电子波矢的负值
 - c) 空穴的有效质量 m_p^* 等于原空状态内电子有效质量 m_n^* 的负值
 - d) 空穴所带的正电荷等于电子电荷
3. 费米分布函数 $f(E)$ 具有如下特征 ()。
 - a) $f(E)$ 中的 E_f 与温度, 材料的导电类型, 杂质含量等有关
 - b) 当 $T=0K$ 时, 若 $E < E_f$, 则 $f(E)=1$
 - c) 当 $T > 0K$ 时, 若 $E < E_f$, 则 $f(E) > 0.5$
 - d) 当 $T > 0K$ 且当 $E - E_f > 5KT$, 若 $E < E_f$, 则 $f(E) < 0.007$
4. 有四块硅半导体样品 a、b、c、d 的掺杂浓度如下, 其余条件全同, 其中 () 样品电阻率最大, () 样品电阻率最小。

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

- a) $N_A = 1.2 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ $N_D = 8 \times 10^{14} / \text{cm}^3$
- b) $N_A = 8 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ $N_D = 1.2 \times 10^{15} / \text{cm}^3$
- c) $N_A = 4 \times 10^{14} / \text{cm}^3$
- d) $N_D = 4 \times 10^{14} / \text{cm}^3$
5. 将有温度梯度但无电流的半导体置于磁场中时,所观察到的现象叫()。
- a) 霍尔效应 b) 热磁现象
- c) 爱廷豪森效应, 能斯特效应的现象, 都是热磁现象.
- d) 光磁效应
6. PN结的击穿电压叙述正确的是()。
- a) 隧道击穿电压的温度系数为正
- b) 隧道击穿电压的温度系数为负
- c) 雪崩击穿电压的温度系数为正
- d) 雪崩击穿电压的温度系数为负
7. 由N型半导体构成的理想MOS结构中()。
- a) $V_G > 0$ 时, 表面层内形成多数载流子的堆积
- b) $V_G > 0$ 时, 表面势为正值, 能带向下弯曲
- c) $V_G \ll 0$ 时, 表面层内形成有少量空穴的反型层
- d) $V_G \ll 0$ 时, N型衬底浓度越高, 开启电压 V_T 越高.
8. 下面四个图中, 图与结论一致的是()。

★ 答卷须知
 试题答案必须书
 写在答题纸上,在
 试题和草稿纸上
 答题无效。

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

_____ E_c

_____ E_F^p

_____ E_F^n

_____ E_v

a) $np > n_i^2$

_____ E_c

_____ E_F

_____ E_v

c) $np \geq n_i^2$

_____ E_c

_____ $E_F^n = E_F^p = E_F$

_____ E_v

b) $np = n_i^2$

_____ E_c

_____ $E_i = E_F$

_____ E_v

d) $np < n_i^2$

9. 关于能带说法正确的是()。
- a) 能带结构与组成晶体的原子结构及晶体结构均有关
 - b) 能带结构与组成晶体的原子数多少无关
 - c) 增加晶体中的原子数目时, 能带中能级间隔变小
 - d) 增加晶体中的原子数目时, 禁带宽度变窄

三. 解释或说明以下各名词 (总分18分, 每小题6分)

1. 直接复合与间接复合
2. 空穴
3. 费米能级与准费米能级

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

2006年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

四. 说明以下几种效应及其物理机制, 并分别写出其可能的一种应用。(总分21分, 每小题7分)

1. 霍尔效应
2. 温差电效应
3. 耿氏效应

五. 计算或证明题 (总共68分)

1. (24分) 现有三块半导体硅材料, 已知在300K时它们的空穴浓度分别为:

$$P_{a1} = 2.25 \times 10^{16} / \text{cm}^3$$

$$P_{a2} = 2.25 \times 10^{10} / \text{cm}^3$$

$$P_{a3} = 2.25 \times 10^4 / \text{cm}^3$$

- ① 分别计算这三块材料的电子浓度
- ② 判别这三块材料的导电类型.
- ③ 分别计算这三块材料的费米能级位置.

2. (20分) 考虑室温下的两个硅样品, 分别掺入浓度为 N_1 和 N_2 的硼杂质。

已知室温下硅的本征载流子浓度为 n_i , 且有 $N_1 > N_2 \gg n_i$ 。

问: ①哪个样品的少子浓度低?

②哪个样品的费米能级 E_f 离价带顶近?

③如果再掺入少量磷(设磷的浓度为 N_3 , 且 $N_3 < N_1$, 两样品的费米能级又如何变化?(要求通过公式计算得出结论)

北京理工大学

2006 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

★ 答卷须知

试题答案必须书写在答题纸上,在试题和草稿纸上答题无效。

科目代码: 422 科目名称: 半导体物理学

3. (24分) 有一块半导体样品, 它的空穴浓度分布如图所示。

① 求无外加电场时, 空穴电流密度 $J_p(x)$

的表达式, 并画出曲线。

② 若使①中的净空穴流为零, 求出所需

内建电场的表达式, 并画出曲线。

③ 求 $x=0$ 到 $x=w$ 之间的电位差, 并标

出电场的方向。

