

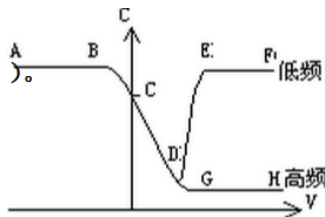
宁波大学 2017 年博士研究生招生考试初试试题(A 卷)

(答案必须写在考点提供的答题纸上)

科目代码: 3823 科目名称: 半导体物理

一、 选择题 (每空 1 分, 共 30 分)

- 与绝缘体相比, 半导体的价带电子激发到导带所需要的能量 ()。
A. 比绝缘体的大 B. 比绝缘体的小 C. 和绝缘体的相同
- 受主杂质电离后向半导体提供 (), 施主杂质电离后向半导体提供 (), 本征激发向半导体提供 ()。
A. 电子和空穴 B. 空穴 C. 电子
- 对于一定的 N 型半导体材料, 在温度一定时, 减小掺杂浓度, 费米能级会 ()。
A. 上移 B. 下移 C. 不变
- 在热平衡状态时, P 型半导体中的电子浓度和空穴浓度的乘积为常数, 它和 () 有关
A. 杂质浓度和温度 B. 温度和禁带宽度
C. 杂质浓度和禁带宽度 D. 杂质类型和温度
- MIS 结构发生多子积累时, 表面的导电类型与体材料的类型 ()。
A. 相同 B. 不同 C. 无关
- 空穴是 ()。
A. 带正电的质量为正的粒子 B. 带正电的质量为正的准粒子
C. 带正电的质量为负的准粒子 D. 带负电的质量为负的准粒子
- 砷化镓的能带结构是 () 能隙结构。
A. 直接 B. 间接
- 将 Si 掺杂入 GaAs 中, 若 Si 取代 Ga 则起 () 杂质作用, 若 Si 取代 As 则起 () 杂质作用。
A. 施主 B. 受主 C. 陷阱 D. 复合中心
- 在热力学温度零度时, 能量比 E_F 小的量子态被电子占据的概率为 (), 当温度大于热力学温度零度时, 能量比 E_F 小的量子态被电子占据的概率为 ()。
A. 大于 1/2 B. 小于 1/2 C. 等于 1/2 D. 等于 1 E. 等于 0
- 如图所示的 P 型半导体 MIS 结构的 C-V 特性图中, AB 段代表 (), CD 段代表 ()。
A. 多子积累 B. 多子耗尽
C. 少子反型 D. 平带状态



宁波大学 2017 年博士研究生招生考试初试试题(A 卷)

(答案必须写在考点提供的答题纸上)

科目代码: 3823 科目名称: 半导体物理

11. 电离后向半导体提供空穴的杂质是 ()，电离后向半导体提供电子的杂质是 ()。
A. 受主杂质 B. 施主杂质 C. 中性杂质
12. $1 \times 10^{15} \text{cm}^3$ 的硼杂质，半导体中多数载流子是 ()，多子浓度为 ()，费米能级的位置 ()；如果，此时温度从室温升高至 550 K，则杂质半导体费米能级的位置 ()。(已知：室温下， $n_i = 10^{10} \text{cm}^3$ ；550 K 时， $n_i = 10^{17} \text{cm}^3$)
A. 电子和空穴 B. 空穴 C. 电子 D. 10^{14}cm^3 E. 10^{15}cm^3 F. $1.1 \times 10^{15} \text{cm}^3$ G. 高于 E_i
H. 低于 E_i I. 等于 E_i
13. 在室温下，对于 n 型硅材料，如果掺杂浓度增加，将导致禁带宽度 ()，电子浓度和空穴浓度的乘积 $n_0 p_0$ () n_i^2 ，功函数 ()。如果有光注入的情况下，电子浓度和空穴浓度的乘积 np () n_i^2 。
A. 增加 B. 不变 C. 减小 D. 等于 E. 不等于 F. 不确定
14. 导带底的电子是 ()。
A. 带正电的有效质量为正的粒子
B. 带正电的有效质量为负的准粒子
C. 带负电的有效质量为正的粒子
D. 带负电的有效质量为负的准粒子
15. P 型半导体 MIS 结构中发生少子反型时，表面的导电类型与体材料的类型 ()。
A. 相同 B. 不同 C. 无关
16. 重空穴是指 ()
A. 质量较大的原子组成的半导体中的空穴
B. 价带顶附近曲率较大的等能面上的空穴
C. 价带顶附近曲率较小的等能面上的空穴
D. 自旋-轨道耦合分裂出来的能带上的空穴
17. 硅的晶格结构和能带结构分别是 ()
A. 金刚石型和直接禁带型 B. 闪锌矿型和直接禁带型
C. 金刚石型和间接禁带型 D. 闪锌矿型和间接禁带型

宁波大学 2017 年博士研究生招生考试初试试题(A 卷)

(答案必须写在考点提供的答题纸上)

科目代码: 3823 科目名称: 半导体物理

18. 电子在晶体中的共有化运动指的是电子在晶体 ()。

- A. 各处出现的几率相同 B. 各处的相位相同
C. 各元胞对应点出现的几率相同 D. 各元胞对应点的相位相同

二、判断题。判断下列叙述是否正确，正确的打“√”，错误的打“X” (每题 1 分，共 10 分)

1. 与半导体相比，绝缘体的价带电子激发到导带所需要的能量比半导体的大。 ()
2. 砷化镓是直接能隙半导体，硅和锗是间接能隙半导体。 ()
3. 室温下，对于某 n 型半导体，其费米能级在其本征半导体的费米能级之下。 ()
4. 在热力学温度零度时，能量比 E_F 小的量子态被电子占据的概率为 100%，如果温度大于热力学温度零度时，能量比 E_F 小的量子态被电子占据的概率为小于 50%。 ()
5. 费米分布函数适用于简并的电子系统，波耳兹曼分布函数适用于非简并的电子系统。 ()
6. 肖特基势垒是由两种半导体接触形成。 ()
7. 无论本征半导体还是杂质半导体，其电子浓度和空穴浓度的乘积为常数，由温度和禁带宽度决定。 ()
8. 一块半导体材料，光照在材料中会产生非平衡载流子，其中非平衡载流子的寿命为 τ 。若光照忽然停止，经过 τ 时间后，非平衡载流子全部消失。 ()
9. 在一定温度下，光照在半导体材料中会产生非平衡载流子，光照稳定后，由于电子空穴对的产生率与复合率相等，所以称为热平衡状态，有统一的费米能级。 ()
10. 金属和半导体接触分为有整流特性的肖特基接触和非整流的欧姆接触。 ()

三、概念解释 (每题 5 分，共 20 分)

1. 欧姆接触:
2. 空间电荷区:
3. 光生伏特效应:
4. 费米能级的物理意义:

四、简述题 (每题 10 分，共 20 分)

1. 以 As 掺入 Ge 中为例，说明什么是施主杂质、施主杂质电离过程和 n 型半导体。

宁波大学 2017 年博士研究生招生考试初试试题(A 卷)

(答案必须写在考点提供的答题纸上)

科目代码: 3823 科目名称: 半导体物理

2. PN 结内建电场的形成;

五、计算题 (每题 10 分, 共 20 分)

1. 一个理想的 p-n 结, $N_D = 10^{18} \text{cm}^{-3}$, $N_A = 10^{16} \text{cm}^{-3}$, $\tau_p = \tau_n = 10^{-6} \text{s}$, 器件的面积为 $1.2 \times 10^{-5} \text{cm}^2$, 计算 300K 下饱和电流的理论值, $\pm 0.7 \text{V}$ 时的正向和反向电流。

2. 现有三块半导体硅材料, 已知室温下 (300K) 它们的空穴浓度分别为: $p_{01} = 2.25 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$, $p_{02} = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$, $p_{03} = 2.25 \times 10^4 \text{cm}^{-3}$ 。(室温时硅的 $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$)

(1) 分别计算这三块材料的电子浓度 n_{01} , n_{02} , n_{03} ; (6 分)

(2) 判断这三块材料的导电类型; (4 分)