

上海大学 半导体物理学 期末考试样卷二

所有答案必须做在答案题纸上, 做在试题纸上无效!

一、名词解释

晶面指数, 分子晶体, 肖脱基缺陷, 受主能级, 直接复合。

二、硅晶体为金刚石结构, 晶格常数为 5.43\AA , 计算 (111) 面内单位面积上的原子数。

三、已知一维晶体的电子能带可以写成

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

其中 a 为晶格常数。求带顶和带底电子的有效质量。

四、晶格常数为 0.2nm 的一维晶格, 当外加 10^3V/m , 10^6V/m 的电场时, 试分别计算电子自能带底运动到能带顶所需的时间。

五、设 $E - E_F$ 分别为 $3k_B T$, 分别用费米分布函数和玻尔兹曼分布函数计算电子占据该能级的概率。

六、已知室温时锗的本征载流子浓度 $n_i = 2.1 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$, 均匀掺杂百万分之一的硼原子后, 又均匀掺入 $1.442 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 的砷, 计算掺杂锗室温时的多子浓度和少子浓度以及 E_F 的位置。

七、求室温下硅的电阻率。

八、掺有 $1.1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 硼原子和 $9 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 磷原子的 Si 样品, 试计算室温时多数载流子和少数载流子浓度及样品的电阻率。

九、掺杂施主浓度为 $N_D = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ 的 n 型硅, 室温下光稳定照射产生非平衡载流子浓度为

$\Delta n = \Delta p = 10^{14} \text{cm}^{-3}$, 光照突然撤销后, 经过 $20\mu\text{s}$, 假如非平衡空穴准费米能级 E_F' 的能级位置偏离平衡态时费米能级为 0.2eV , 求 n 型硅材料的寿命。



第五模块 模拟试题

上海大学 半导体物理学 期末考试样卷一

所有答案必须做在答案题纸上, 做在试题纸上无效!

一、选择填空(含多选题)

- 如果半导体中电子浓度等于空穴浓度, 则该半导体以 () 导电为主;
如果半导体中电子浓度大于空穴浓度, 则该半导体以 () 导电为主;
如果半导体中电子浓度小于空穴浓度, 则该半导体以 () 导电为主。
A、复合中心 B、本征 C、陷阱 E、受主
F、空穴 G、施主 H、电子 I、非本征
 - 电子是带 () 电的 () 粒子; 空穴是带 () 电的 () 粒子。
A、正 B、负 C、零 D、准粒子 E、粒子
 - 对非简并半导体, 当杂质浓度增加时, 半导体中的载流子遭受的散射 (), 这种散射称为 ();
A、不变 B、减少 C、增加
D、声学波声子散射 E、光声学波声子散射
F、中性杂质散射 G、电离杂质散射
 - 当入射光子的能量大于半导体的禁带宽度时, 将通过 () 激发产生 () 载流子, 使得半导体的电阻率 (), 电子亲和势 ()。
A、施主 B、受主 C、本征 E、非本征
F、平衡 D、非平衡 E、增加 F、减小 G、不变
 - 激子带 () 电。
A、正 B、负 C、零
 - 当 Au 掺入 Si 中时, 它是 () 能级, 在半导体中起的是 () 的作用;
当 B 掺入 Si 中时, 它是 () 能级, 在半导体中起的是 () 的作用。
A、施主 B、受主 C、深 D、浅 E、复合中心 F、陷阱
 - 当温度升高时, 载流子的平均自由程 (), 其迁移率 (), 其复合率 ()。
A、增加 B、减小 C、不变
D、p 型半导体 E、n 型半导体 F、本征半导体
 - 有一 Si 样品, 已知其中平衡电子浓度为 10^{17}cm^{-3} , 则平衡空穴的浓度近似为 (), 由此可知这是 () 半导体。
A、 10^{17}cm^{-3} B、 10^{16}cm^{-3} C、 10^5cm^{-3}
D、p 型半导体 E、n 型半导体 F、本征半导体
 - 对电子而言, 其扩散电流的方向与电子扩散方向 (), 其漂移电流的方向与所加外电场的方向 ()。
A、相同 B、相反
- 二、证明: 已知热平衡条件下导带电子浓度 n 和价带空穴浓度 p 的表达式为: 其中 N_C 和 N_V 分别为导带和价带的有效态密度, E_C 和 E_V 分别为导带底和价带顶的能量。



$$n_0 = N_c \cdot e^{-\frac{E_c - E_F}{k_0 T}}, \quad p_0 = N_v \cdot e^{-\frac{E_F - E_v}{k_0 T}}$$

- (1) 求出本征载流子浓度 n_i 和本征费米能级 E_i 表达式。
 (2) 论证 n , p 与 n_i , E_F 之间有如下关系

$$n_0 = n_i \cdot e^{\frac{E_F - E_i}{k_0 T}}, \quad p_0 = n_i \cdot e^{\frac{E_i - E_F}{k_0 T}}$$

三、 试分别用能带图表征直接复合和间接复合的复合机制，并说明这两种复合机制的异、同。

四、 简答题：

1. 半导体中的电流，是否多数载流子电流一定比少数载流子电流大得多？为什么？
2. 半导体中载流子的漂移运动与扩散运动，分别用什么物理量来描述其快慢？单位分别是什么？其间有何简单的关系？
3. 什么是 Fermi 能级？什么是准 Fermi 能级？它们的适用条件分别是什么？

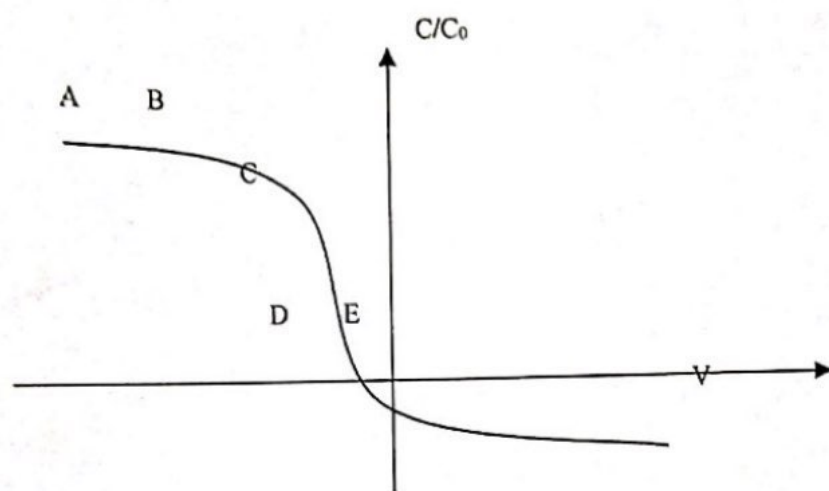
五、(1) n-型半导体构成的金属-半导体接触有几种电学特性？试给出其 I-V 曲线。在何种条件下形成相应接触？

(2) 如果减小该半导体的功函数，则零偏压下半导体的势垒高度如何变化？半导体的势垒厚度又如何变化？要求画出变化前后的能带图加以对比



六、对于实际 MIS 结构

1、试根据下图判断半导体的导电类型，并分别指出 AB 段、C 点和 DE 段对应的半导体表面状态；



- 2、画出 C-V 曲线中 DE 段对应的半导体表面的能带图；
- 3、什么是平带电压？试写出平带电压表达公式，并指出式中各项产生的原因；
- 4、如果减少半导体的掺杂浓度，C-V 曲线将如何变化？为什么？

