

## 浙 江 大 学

## 二〇〇四年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目 半导体物理

编号 450

注意: 答案必须写在答题纸上, 写在试卷或草稿纸上均无效。

半导体物理, 共八题, 共 150 分

1. (30 分) 回答下列问题, 每小题 6 分。

- 硼、磷、铝、砷、铜、金各元素在硅中起什么类型的杂质作用。
- 掺杂半导体材料在什么情况下要用简并化载流子统计分布来描述。
- 简述半导体材料中间接复合的机理。
- p-n 结的电容由势垒电容和扩散电容组成, 描述势垒电容和扩散电容的形成机理。
- 在金属-二氧化硅-硅结构的 MOS 电容中存在固定表面电荷  $Q_{fc}$  和可动钠离子电荷  $Q_{Na}$ , 说明两种电荷的特性。

2. (15 分) 在半导体材料的能带中, 在价带顶附近的电子在 K 状态时的速度为  $v(K)$ , 有效质量为  $m_n^*$ , 在外电场  $E$  的作用下其加速度为  $a$ 。求该状态下的一个电子激发到导带后在价带产生一个空穴, 该空穴的 K 值、运动速度、有效质量和加速度各为多少?

3. (15 分) 在室温下, 引用所给出的相关物理参数 (室温下)

	$E_g$	$N_c$	$N_v$	$n_i$
Ge	0.67eV	$1.05 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$	$5.7 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$	$2.4 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$
Si	1.12eV	$2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$	$1.1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$	$1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$
GaAs	1.428eV	$4.5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$	$8.1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$	$1.1 \times 10^7 \text{cm}^{-3}$

讨论锗, 硅, 砷化镓三种材料本征载流子浓度不同的原因。

4. (20 分) 在室温下一块 p 型锗材料和一块 p 型硅材料, 掺硼, 其掺杂浓度都为  $1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ , 其各自的电阻率为多少? 当温度上升到 500K 时, 它们的电阻率又变为多少?

5. (20 分) 在室温下一块 n 型硅材料其电阻率为 1 欧姆·厘米, 求其费米能级的位置。当再均匀掺入  $1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$  的硼元素后, 在室温下其电阻率变为多少? 再求其费米能级的位置。

6. (20 分) 金属铝的功函数为 4.25 电子伏特, 硅的电子亲和能为 4.05 电子伏特, 画出金属铝和掺杂浓度为  $N_D = 1 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$  的 n 型硅材料接触后的能带图 (不计入接触后的表面态效应), 并计算出硅能带表面的弯曲量。如果能带弯曲量为零时, 该硅材料的掺杂浓度应改为多少?

7. (15 分) 一个硅 n<sup>+</sup>-p 二极管在室温下其自建电势为 0.78 伏特, 如果改用锗材料来制造一个与该硅二极管各种掺杂浓度和其它参数都一样的锗 n<sup>+</sup>-p 二极管, 其在室温下的自建电势为多少?

8. (15 分) 一个理想的 MIS 电容中, 绝缘层 (I 层) 为 100nm 的二氧化硅层, 其单位面积的介质层电容值为  $C_0$ , 当该 I 层改变为由一层 50nm 氮化硅和一层 50nm 二氧化硅复合组成时, 其单位面积的介质层电容值变为多少? (其中氮化硅的相对介电常数为 7.2, 二氧化硅的相对介电常数为 3.9)

物理常数和材料物理参数:

电子电量  $q$ :  $1.60 \times 10^{-19}$  库仑;

玻尔兹曼常数  $K_0$ :  $1.38 \times 10^{-23}$  焦耳/度;

$KT$  (300K) = 0.026eV,  $KT$  (500K) = 0.043eV

少数载流子迁移率:

硅:  $\mu_n$ : 1350       $\mu_p$ : 500      单位  $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$

锗:  $\mu_n$ : 3900       $\mu_p$ : 1900      单位  $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$

本征载流子浓度:

硅:  $1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$  (300K);  $3.5 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$  (500K)

锗:  $2.4 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$  (300K);  $2.1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$  (500K)