

## 北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题

科目编号: 413 科目名称: 半导体物理学 分号: 05—03

考生必须将试题答案书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试卷上不准填写准考证号和姓名

## 一. 解释名词 (共 12 分, 每小题 3 分)

1. 有效质量      2. 准费米能级      3. 状态密度      4. 载流子迁移率

## 二. 回答问题 (共 32 分, 每小题 4 分)

1. 绝缘体、半导体、导体的能带结构有何区别?
2. 辐射复合、非辐射复合、俄歇复合有何区别?
3. 直接跃迁与间接跃迁的区别?
4. P-N 结的击穿有几种? 请分别说明它们的机制。
5. P-N 结的电容效应有几种? 解释它们的物理成因。
6. 什么是简并半导体? 在什么情况下发生简并化?
7. 半导体的载流子运动有几种方式? 如何定量描述它们?
8. 载流子浓度随温度的增加是增大还是减小? 为什么?

三. 写出下面列出的常用公式, 并写出所用符号代表的物理意义。  
(共 10 分, 每小题 2 分)

1. 热平衡状态下, 半导体中两种载流子的乘积。
2. 非平衡载流子浓度随时间的衰减公式。
3. P-N 结的 I-V 关系。
4. 一种载流子的霍耳系数。
5. 半导体电导率的一般表达式。

## 四. 选择题 (共 6 分, 每小题 2 分)

1. 室温下, 硅中本征载流子浓度的数量级大致是 ( )。  
A.  $10^{15}\text{cm}^{-3}$       B.  $10^{10}\text{cm}^{-3}$       C.  $10^{20}\text{cm}^{-3}$
2. 在硅中, 电子漂移速度的上限为 ( )。

## 北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题

科目编号: 413 科目名称: 半导体物理学 分号: 05—03

考生必须将试题答案书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试卷上不准填写准考证号和姓名

A.  $6 \times 10^6 \text{cm/s}$ B.  $10^7 \text{cm/s}$ C.  $10^8 \text{cm/s}$ 

3. 在硅中, 硼杂质的电离能大致是 ( )。

A. 0.45ev

B. 0.045ev

C. 4.5ev

D. 45ev

五. (8分) 已知: 硅半导体材料中施主杂质浓度为  $10^{15} \text{cm}^{-3}$ 求: 1. 在  $T=300\text{K}$  时  $E_F$  的位置。2. 当施主杂质电离能为 0.05ev,  $T=300\text{K}$  时, 施主能级上的浓度。

六. (6分) 室温下, N型硅中掺入的施主杂质浓度  $N_D = 10^{16} \text{cm}^{-3}$ , 在光的照射下产生了非平衡载流子, 其浓度为  $\Delta n = \Delta p = 10^{14} \text{cm}^{-3}$ 。求此情况下, 电子与空穴的准费米能级的位置, 并与没有光照时的费米能级比较。

七. (6分) 掺杂浓度为  $N_D = 10^{16} \text{cm}^{-3}$  的硅半导体中, 少子寿命为  $10 \times 10^{-6}$  秒, 当由于电场的抽取作用 (如在反向偏压下 PN 结附近的电荷区中) 少子被全部清除, 求此情况下电子空穴对的产生率。

八. (8分) 一硅样品, 掺入的硼浓度为  $9 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ , 同时掺入的砷浓度为  $14 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 。

1. 在室温下此样品是 N 型还是 P 型?

2. 当  $T=300\text{K}$  时的多子及少子浓度?

3. 当温度升高到 600K 时, 此半导体样品是 N 型还是 P 型?

九. (6分) 设 P 型硅受主浓度  $N_A = 5 \times 10^{14} \text{cm}^{-3}$ , 氧化层厚度  $d_1 = 1500 \text{A}$ , 栅极金属为铝的 MOS 结构, 氧化层中的正电荷密度  $Q_s = q \times 10^{12}$

## 北京理工大学 2001 年硕士研究生入学考试试题

科目编号: 413 科目名称: 半导体物理学 分号: 05-03

考生必须将试题答案书写在答题纸上, 在试题和草稿纸上答题无效, 试卷上不准填写准考证号和姓名

$\text{cm}^{-2}$ 。已知铝硅的接触势差  $V_{\text{ms}} = -0.8$  伏, 真空介电常数  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$ , 二氧化硅介电常数  $\epsilon_{\text{r0}} = 3.8$ 。求平带电压。

十. (6分) 根据  $\text{P}^+ - \text{N}$  结反向扩散电流密度公式

$$J_{\text{RD}} = \frac{qD_p n_i^2}{L_p N_D}$$

指出在  $\text{Ge}$ 、 $\text{Si}$  两种材料构成的  $\text{P}^+ - \text{N}$  结的反向电流中势垒区产生电流与反向扩散电流哪个占主要地位?