

华中科技大学

二〇〇二年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 材料物理

适用专业: 微电子学与固体电子学、电力电子与电力传动

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

一、名词解释 (20 分)

单晶、多晶、非晶-----

铁磁性-----

弗伦克尔缺陷-----

霍尔效应-----

压电效应-----

二、填空题 (20 分)

1、 ABO_3 型离子氧化物的典型结构主要有____型、____型、____型等。

2、如果 A 原子的原子半径为 B 原子的两倍, 则在其它条件相同的情况下, 原子 A 的电子极化率大约是 B 原子的__倍。

3、一般情况下, 晶体中缺陷的体扩散系数 (D_v)、界面扩散系数 (D_b)、表面扩散系数 (D_s) 具有关系: _____。

4、低掺杂半导体材料中载流子迁移率随温度升高而大幅下降的原因是由于_____引起的。

5、物质具有磁性的根源在于_____。

6、反铁磁体材料的磁化率 χ 在尼尔温度处呈现_____。

7、根据热力学观点, 物质由液态向气态的相变属__级相变。

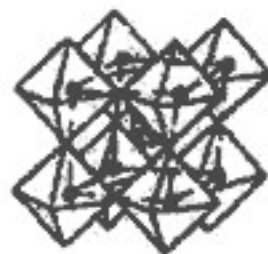
试卷编号: 579

共 3 页
第 1 页

- 8、通信用光纤纤内芯的折射率_____包层材料的折射率，所以光线能在光纤的内芯材料内传播。
- 9、晶体的 32 种点群中，不具有对称中心的材料可能产生压电效应、热释电效应、铁电效应，但自发极化现象只存在于_____中。
- 10、超导材料处于超导状态时，其磁化强度 M 为_____值。

三、简答题 (30 分)

- 1、图为 BaTiO_3 钙钛矿结构示意图，试分别指出其氧原子、钛原子、钡原子在该结构中所处的位置。并分析在温度 $T \leq T_c$ (T_c 为居里温度) 的温区内， BaTiO_3 内部产生自发极化的微观机理。
- 2、半导体激光器中，与激光辐射有关的三个能级跃迁过程是什么？画出其能级变化示意图并给予解释。
- 3、分别举出一种硬、软磁材料，并阐述在实际应用过程中对硬、软磁材料的电学性能有哪些要求。
- 4、已知半导体材料中电子迁移率 $\mu_e = \frac{e\tau}{m^*}$ ，其中 m^* 为电子有效质量， 2τ 为两次碰撞间的平均时间。试分析影响载流子迁移率的因素主要有哪些？
- 5、试分析 Y_2O_3 稳定型 ZrO_2 固体电解质作为氧传感器的机理。



四、计算题 (20 分)

- 1、已知某种晶体为简立方密堆结构，正负离子半径分别为 $r_+ = 1.2 \times 10^{-10}$ 米， $r_- = 1.8 \times 10^{-10}$ 米。试求出其在直流电场下的介电常数 ϵ_r (已知晶体离子间电子云排斥能指数=9，马德隆常数 $A=1.7$ ，单位体积内的离子数 $N=2.8 \times 10^{27}/\text{m}^3$)。
- 2、已知半导体材料 GaAs 的 $E_g=0.67\text{eV}$ ，在只考虑本征热激发的情况下，计算 GaAs 在室温 20°C 及 300°C 温度下由热激发所产生的电子数 (cm^{-3}) 及 20°C 和 300°C 下材料的电阻率 ($\Omega \cdot \text{cm}$)。 (设电子状态密度 $N=10^{23}/\text{cm}^3$ ，玻尔兹曼常数 $k=8.6 \times 10^{-5}\text{eV/K}$ ，载流子迁移率 $\mu_e=8600\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ， $\mu_h=250\text{cm}^2 \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 且迁移率不随温度变化，电子电荷 $q=1.6 \times 10^{-19}\text{C}$)。

五、论述题 (10 分)

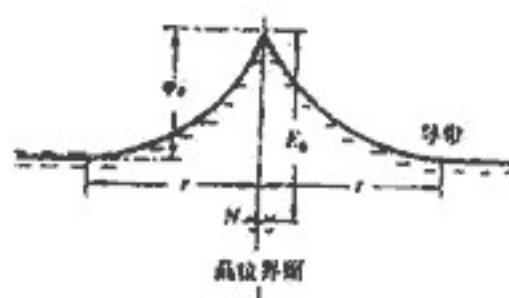
半导体 p-n 结平衡时的能带如下图(a)所示。对非简并半导体其势垒高度 $qV_D = kT \ln(\frac{N_D N_A}{n_i^2})$, 其中 k 为玻尔兹曼常数, N_D 、 N_A 分别为施主、受主浓度, n_i 为本征载流子浓度。

对施主掺杂的 BaTiO₃ 多晶材料, 平衡时其晶界处势垒如下图 (b) 所示, 其势垒高度表达式为 $\phi_0 = \frac{eN_D^2}{2\epsilon_r \epsilon_0} r^2$, 其中 $2r$ 为势垒厚度, ϵ_r 为材料的相对介电常数, N_D 为施主密度。

试论述为什么半导体 p-n 结材料具有单向导电性, 而施主掺杂的 BaTiO₃ 多晶材料却具有正温度系数 (PTC) 效应。



(a)p-n 结平衡时能带图



(b) 施主掺杂的 BaTiO₃ 晶界能带图