

1999 年上海交通大学半导体物理(含晶体结构和能带理论)试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

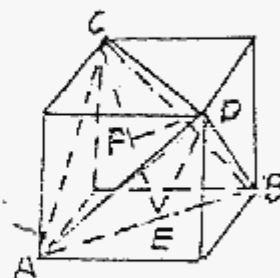
1999 年上海交通大学半导体物理(含晶体结构和能带理论)试题

一、填充题

(15 分)

1. 能带中电子可以用\_\_\_\_\_描写其状态, 电子能量\_\_\_\_\_, 电子速度\_\_\_\_\_, 晶体中电子的所有运动状态都可以由\_\_\_\_\_来描写, 把\_\_\_\_\_的这个区域叫做\_\_\_\_\_。
2. 施主杂质和受主杂质之间有相互抵消作用, 通常称为\_\_\_\_\_, 深能级和晶体缺陷形成的能级一般作为\_\_\_\_\_中心。
3. 晶体中电子的能量状态遵守\_\_\_\_\_规律, 其分布函数为\_\_\_\_\_, 它们都是\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的函数。
4. 电子和空穴浓度是对\_\_\_\_\_, 状态密度为单位能量间隔内的\_\_\_\_\_数, 其表达式为\_\_\_\_\_。
5. 非平衡载流子通过\_\_\_\_\_而消失, \_\_\_\_\_叫做寿命 $\tau$ , 寿命 $\tau$ 与\_\_\_\_\_在\_\_\_\_\_中的位置密切相关, 对于强 p 型和强 n 型材料, 小注入时寿命 $\tau_n$ 为\_\_\_\_\_,  $\tau_p$ 为\_\_\_\_\_。
6. \_\_\_\_\_是反映载流子在电场作用下运动难易程度的物理量, \_\_\_\_\_是反映有浓度梯度时载流子运动难易程度的物理量, 两者关联式为\_\_\_\_\_, 称为\_\_\_\_\_关系式。
7. p-n 结正向偏置时, 外加电场\_\_\_\_\_势垒区内自建电场, 因而势垒区内\_\_\_\_\_占优势, p-n 结反向偏置时, 外加电压在势垒区产生的电场和自建电场的方向是\_\_\_\_\_的, \_\_\_\_\_占优势, 由漂移作用形成的电流称为\_\_\_\_\_电流。

二、试标出由图所示的 {111} 面围成的正四面体中 ABC、ABD、ACD、BCD 晶面的晶面指数和 AB、BC、CA、BD、CD、DE、FD、EF 等晶向的晶向指数。(15 分)



三、设晶格常数为  $a$  的一维晶格，导带极小值附近能量  $E_c(k)$  为

$$E_c(k) = \frac{\hbar^2 k^2}{3m_0} + \frac{\hbar^2 (k - k_1)^2}{m_0}$$

价带极大值附近能量  $E_v(k)$  为

$$E_v(k) = \frac{\hbar^2 k_1^2}{6m_0} - \frac{3\hbar^2 k^2}{m_0}$$

设  $m_0$  为电子质量， $k_1 = \frac{\pi}{2a}$ ， $a = 3.14 \times 10^{-10} \text{ m}$ ，试求：

(1) 禁带宽度；(2) 导带底电子有效质量；(3) 价带顶电子有效质量；(4) 价带顶电子跃迁到导带底的准动量的变化  
( $\hbar = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ ) (20 分)

四、一块掺施主浓度为  $2 \times 10^{16} / \text{cm}^3$  的硅片，在  $920^\circ \text{C}$  下掺金到饱和浓度。然后经氧化处理，最后此硅片的表面复合中心为  $10^{10} / \text{cm}^2$ 。试计算体寿命，扩散长度和表面复合速度（假设复合中心均匀分布，金的空穴俘获率

$\gamma_p = 1.15 \times 10^{-7} \text{ cm}^3 / \text{s}$ ,  $\mu_p = 350 \text{ (cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s)}$ ,  $k_0 = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $T = 300 \text{ K}$ )。

(15 分)

五、导出二极管的正向电流与  $V/V_D$  的函数关系，此处  $V$  为外加电压，并求 300K 时二极管的正向电流为 1A 时的外加电压值。

(设  $\mu_p = 200 \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ ,  $\mu_n = 500 \text{ cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$ ,  $\tau_n = \tau_p = 1 \mu\text{s}$ ,  $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ , pn 结面积为  $1.44 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$ ) (20 分)

六、施主浓度  $N_D = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  的 n 型硅， $N_A = 2.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  (如图)，求室温下的功函数。

若不考虑表面态的影响，它分别同 Al、Au、Mo 接触，是形成阻挡层还是反阻挡层？硅的电子亲和能取  $4.05 \text{ eV}$ 。设  $W_{\text{Al}} = 4.18 \text{ eV}$ ，

$W_{\text{Au}} = 5.20 \text{ eV}$ ,  $W_{\text{Mo}} = 4.21 \text{ eV}$

