

四川大学

2002年攻读硕士学位研究生入学考试试题

考试科目：半导体器件

科目代码：453#

适用专业：微电子学与固体电子学

(试题共二页)

(答案必须写在试卷上,写在试题上不加分)

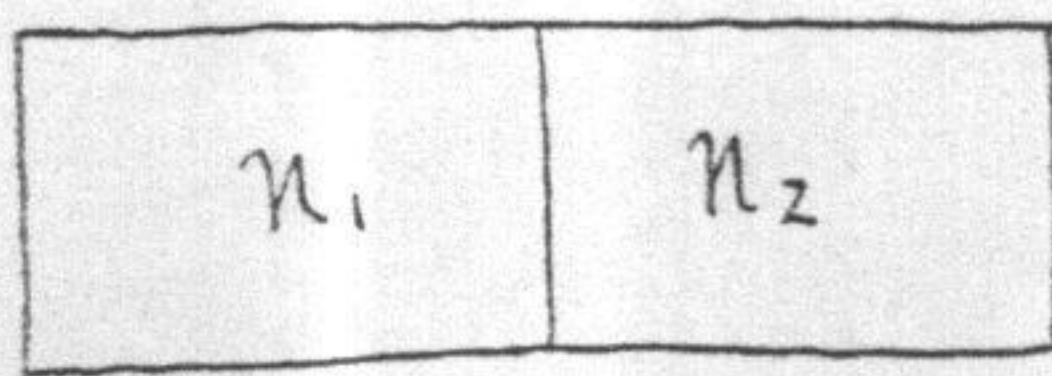
(一)作图(24分)

1. 画出npn晶体管共发射极输出特性曲线族,要求在图上显示出电流放大系数随 I_C 增加而变化的事实。

2. 合金扩散pnp晶体管平衡情况能带图。

3. 四种MOSFET的转移特性曲线。

(二)(20分)如下图所示的一块n型半导体, n_1 区掺杂浓度为 N_{D1} , n_2 区掺杂浓度为 N_{D2} , 且 $N_{D1} > N_{D2}$, 画出平衡情况能带图, 并导出势垒高度表达式。



(三)(10分)合金结npn硅晶体管, 基区电子寿命 $\tau_{nb} = 10^{-6}$ s, 当工作在放大工作状态时, 测出其发射极交流电阻 $r_e = 100\Omega$, 基极电流 $I_B = 10\mu A$, 试估计其特征频率 f_T 。

(四)(20分)双极型晶体管饱和开关和非饱和开关

类的区别是什么?为什么有这些区别?减小npn硅晶体管存储时间的主要措施是什么?说明原因。

(五)(16分) 下列埃伯斯-莫尔方程

$$I_E = I_{ES} (e^{qV_E/kT} - 1) - \alpha_R I_{CS} (e^{qV_C/kT} - 1)$$

$$I_C = \alpha_F I_{ES} (e^{qV_E/kT} - 1) - I_{CS} (e^{qV_C/kT} - 1)$$

说明参数 I_{ES} , I_{CS} , α_F , α_R 的物理意义, 以及它们的和 I_{CBO} , I_{EBO} 的关系。

(六)(10分) 用铝作栅电极材料的Si n沟道MOSFET, 若改用掺杂浓度为 $N_A = 1.6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 的 p^+ Si作栅电极材料, 其阈值电压有何变化?

(附: 有关的公式和数据:

$$\alpha = 1 - \frac{\rho_e w_b}{\rho_b l_{pe}} - \frac{w_b^2}{2L_{nb}^2}$$

$$\frac{1}{f_T} = 2\pi \left(r_e C_{Te} + \frac{w_b^2}{\lambda D_{nb}} + \frac{X_{mc}}{2U_{sc}} + r_{cs} C_{Tc} \right)$$

$$n\text{-MOSFET } V_T = -\frac{Q_{BM}}{C_{ox}} + \frac{2kT}{q} \ln \frac{N_A}{n_i} + \phi_{MS} - \frac{Q_{ox}}{C_{ox}}$$

平衡载流子浓度 $n = N_c e^{-(E_c - E_F)/kT}$

铝的功函数 $W_{Al} = 4.10 \text{ eV}$

硅的禁带宽度 $E_g = 1.12 \text{ eV}$

硅的电子亲和能 $\chi = 4.15 \text{ eV}$

硅的本征载流子浓度 $n_i = 1.6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$

$\frac{kT}{q} = 0.026 \text{ V}, \quad \ln 10 = 2.3$