

# 四川大學

2003 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：351#

适用专业：微电子学与固体电子学

(试题共 2 页)

(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上不给分)

## (一) 解释名词 (25分)

1. pn结反向恢复时间
2. 双极型晶体管最大耗散功率
3. pn结扩散电容
4. 有效基区扩展效应
5. 双极型晶体管二次击穿

## (二) 画图 (25分, 5小题任选4题, 每小题6分)

1. npn合金扩散晶体管平衡状态能带图.
2. 以n型材料作衬底的理想MOS结, 半导体表面达到本征时的能带图.
3. 外延平型npn晶体管杂质浓度分布图.
4. 完整的pn结等效电路, 并在其上标出本征等效电路.
5. npn晶体管, 共发射极接法的输入特性曲线族.

## (三) (25分) 结型栅场效应晶体管有哪几种 第1页



类型？它们的区别是什么？为什么会有这样的区别？

(四) (25分) 画图说明双极型晶体管开关时间的定义，并说明：① 存储时间  $t_s$  产生的原因。② 驱动电流  $I_{B1}$  和 抽出电流  $I_{B2}$  与  $t_s$  的关系。③ 从设计和制造角度，减小  $t_s$  的主要措施是什么？为什么？

(五) (25分) 硅  $n$  沟道 MOSFET，衬底掺杂浓度  $N_A = 1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ，栅极金属为铝，氧化层电荷密度为  $Q_{ox}$ ，氧化层厚度为  $T_{ox} = 1000 \text{ \AA}$ ，已测出其阈值电压  $V_T = -2 \text{ V}$ ，若将氧化层厚度增加为  $2000 \text{ \AA}$ ，其余条件不变，计算  $V_T$  的改变量。

(六) (26分) 设缓变基区  $npn$  硅晶体管基区杂质为指数分布  $N_B(x) = N_B(0) e^{-\frac{\eta}{W_b} x}$ ， $N_B(0)$  为基区发射结侧的杂质浓度  $N_B(0) = 2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ ，基区集电结侧的杂质浓度  $N_B(W_b) = 5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ，如要求此晶体管的特征频率  $f_T$  达到  $200 \text{ MHz}$ ，基区宽度最大可控制到多少？若求  $\beta$  达到  $100$ ，基区少子寿命最小应控制到多少？

(计算题提示：特征频率  $\frac{1}{2\pi f_T} = \tau_e (C_{je} + C_{jc}) + \frac{W_b^2}{\lambda D_{nb}} + \frac{X_{mc}}{2U_{sc}} + C_{jc} \tau_{cs}$ )

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{\eta - 1}{\eta^2}, \quad \eta = \ln \frac{N_B(0)}{N_B(W_b)}, \quad \frac{1}{\beta} = \frac{R_{oe}}{R_{ob}} + \frac{1}{\lambda} \left( \frac{W_b}{L_{nb}} \right)^2$$

$$n \text{ 沟 MOSFET } V_T = \frac{q N_A X_{dm}}{C_{ox}} + \frac{2kT}{q} \ln \frac{N_A}{n_i} + \phi_{ms} - \frac{Q_{ox}}{C_{ox}}$$

铝的功函数  $4.1 \text{ eV}$ ，掺杂浓度为  $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  的  $p$  型硅的功

第2页 函数  $5.0 \text{ eV}$ ，硅：  $D_{nb} = 39 \text{ cm}^2/\text{s}$ ，  $n_i = 1.6 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$