

备注：信息收集自互联网，试卷真假性请自行辨别

2015-2016

一填空题

1. 本门课程介绍的 4 种类型晶体管分别为：\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 和 \_\_\_\_\_。
2. PN 结电击穿按产生机制分为：\_\_\_\_\_, 和 \_\_\_\_\_. PN 结电容包括：\_\_\_\_\_, 和 \_\_\_\_\_。
- 3 理想开关，二极管，三极管和 FET 导通时的压降分别为\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_反相截止时电流分别为\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_。
- 4 双极型晶体管的大电流效应即\_\_\_\_\_效应，包括\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_。

二名词解释

1. 基区渡越时间\_\_\_\_\_
- 2  $\beta$ (or hfe)\_\_\_\_\_
3. BVCEO\_\_\_\_\_
4. ICEO\_\_\_\_\_
5.  $t_s$ \_\_\_\_\_
6.  $r_b$ \_\_\_\_\_
7. Early 效应\_\_\_\_\_
8. GMAE\_\_\_\_\_
9. 沟道长度调制效应\_\_\_\_\_
10. 沟道电导调制效应\_\_\_\_\_

三计算题 30 分

1. N+PN 双极结型晶体管在正向有源区工作时的基区少数载流子分布为  $n_{pB}(x) = n_{pB}(0)(1 - x/W_B)$ ，基区渡越时间为  $\tau_B = Q_B' / I_{nB}$ ，试推导出  $\tau_B = W_B^2 / 2D_{nB}$  (10 分) (给出详细的推导步骤)。

解：

$$Q_B' = qA \int_0^{W_B} n_{pB}(0) \left(1 - \frac{x}{W_B}\right) dx = -\frac{qAn_{pB}(0)W_B}{2}$$
$$I_{nB} = qAD_{nB} \frac{dn_{pB}(x)}{dx} = -\frac{qAD_{nB}n_{pB}(0)}{W_B}$$
$$\tau_B = \frac{Q_B'}{I_{nB}} = \frac{qAn_{pB}(0)W_B}{2} \cdot \frac{W_B}{qAD_{nB}n_{pB}(0)} = \frac{W_B^2}{2D_{nB}}$$

2. 某晶体管的基区输运系数  $\beta^* = 0.99$ ，注入效率  $\gamma = 0.97$ ，试求此管的  $\alpha$  与  $\beta$ 。当此管的有源区方块电阻  $R_{\square B}$  乘以 3，其余参数均不变时，其  $\alpha$  与  $\beta$  变为多少？
3. 某 N 沟道 MOSFET 的  $V_T = 1V$ ， $\beta = 4 \times 10^{-3} A/V^2$ ，求当  $V_{DS} = 2V$ ， $V_{GS}$  分别为 2V、3V、4V 时的漏极电流之值。

四综述题 50 分

1. 画出单发射极条、双基极接触光刻版制作的 Si N+ PN 外延平面 BJT 芯片主要工艺步骤的

平面图和所对应的剖面图。(10 分)(可忽略 SiO<sub>2</sub> 台阶)

2. 分别画出均匀基区 NPN 晶体管在放大状态、饱和状态和截止状态, 反相放大状态时的能带图。(10 分)

3. 画出 n 沟耗尽型 MOSFET 转移特性曲线、并标出阈值电压  $V_T$ , 画出其输出特性曲线, 并标出  $V_{GS}$  值、临界饱和线、非饱和区、饱和区, 给出  $V_{DSAT}, I_{DSAT}$  的表达式。(10 分)

4. 在 npn 开关双极晶体管的输出特性曲线上标出下降时间, 并通过开关过程中少子的分布图来说明下降时间存在的原因。10 分

5 什么是 MOS 管的跨导? 跨导的表达式? 提高跨导的方法。10 分