

河北工业大学 2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [B] 卷

科目名称 晶体管原理 科目代码 891 共 2 页

适用专业、领域 物理电子学、电路与系统、微电子学与固体电子学、
电子与通信工程（专业学位）、集成电路工程（专业学位）

注：所有试题答案一律写在答题纸上，答案写在试卷、草稿纸上一律无效。

一、填空题（共 40 分，每空 2 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

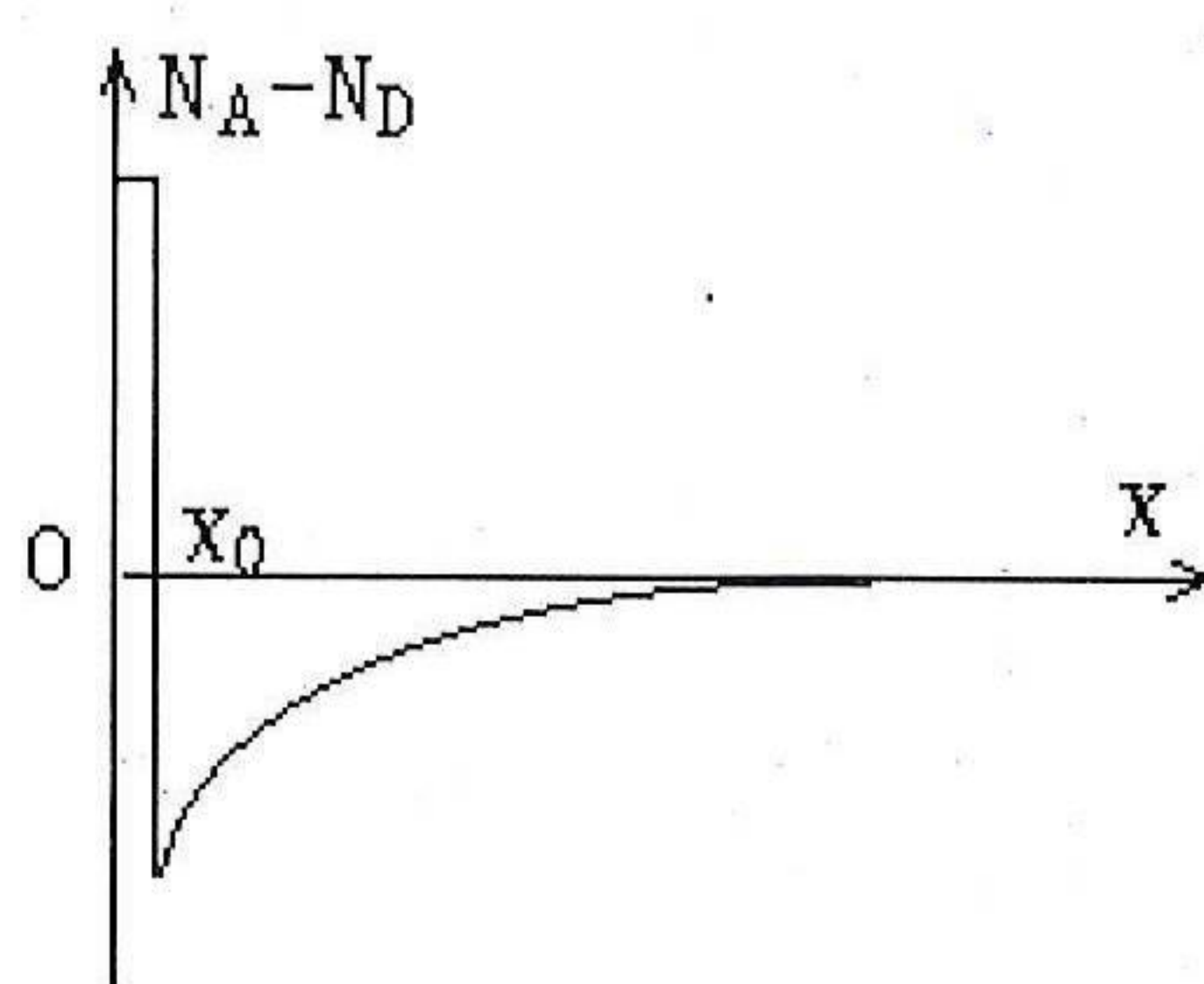
1. 耗尽近似假设空间电荷区载流子_____，_____中心提供空间电荷，空间电荷的分布在边界上突变过渡到零。
2. PN 结过渡区以外，若杂质均匀分布，则_____条件成立；常见的杂质缓变分布又可以采用_____，因而 PN 结空间电荷区以外部分称为_____。
3. 在 PN 结中单边突变结的空间电荷区主要是向_____扩展的，并且_____，伸展的愈远，势垒区愈宽，最大电场强度也愈小。
4. PN 结的空间电荷区宽度 x_m 随着反向电压的增加而_____。
5. PN 结击穿产生机构为_____和_____两种。
6. 晶体管中发射结电压_____，集电结电压_____，为正向有源区；发射结电压_____，集电结电压_____，为饱和区。
7. α_F 是在_____正偏时_____零偏时的正向电流增益。
8. 晶体管反向电流 I_{CBO} 是在_____开路条件下的_____电流。
9. BV_{CEO} 是在_____开路时的_____击穿电压。

二、名词解释（共 25 分，每题 5 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。）

- 1、雪崩击穿
- 2、晶体管本征电流增益 h_{FE}^*
- 3、厄尔利（Early）效应
- 4、晶体管发射极浮动电压
- 5、晶体管特征频率 f_T

三、(15分) 简述 NPN 晶体管在正向有源区工作状态下, 载流子在晶体管中的传输过程, 以及电流增益 α 、 β 的定义, α 、 β 之间的关系。

四、(15分) PN 结杂质分布如图所示, P 区重掺杂, N 区杂质分布为 $N_D(x) = N_0 e^{-\frac{x-x_0}{L}}$, 推导 $C_T - V_A$ 特性表示式。



五、(20分) 一个 NPN 晶体管, 基区截面积为 10^{-5}cm^2 , 基区均匀掺杂 $N_B = 4 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$, $D_B = 18 \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$, $W_b = 0.5 \mu \text{m}$, 且基区是准中性的。

(1) 如果发射区是非均匀掺杂, 总掺杂数 $Q_{EO}/q = 8 \times 10^9$ 个原子, $D_E = 3 \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$, 计算注入效率 γ_0 。

估算输运系数 β_0^* 。基区少子寿命取 $\tau_{nB} = 10^{-6} \text{s}$ 。

(3) 计算此晶体管的 β 。如取 $\beta \approx Q_{EO} D_B / Q_{BO} D_E$, 则引入的百分比误差是多少? (有效数字不少于 4 位。)

六、(15分) 根据共发射极低频 y 参数小信号方程:
$$\begin{cases} i_b = g_{ie} v_{be} + g_{re} v_{ce} \\ i_c = g_{fe} v_{be} + g_{oe} v_{ce} \end{cases}$$
 画出共发射极低频 y 参数等效电路。

七、(20分) 综述影响晶体管最高振荡频率 f_M 的主要因素, 及提高特征频率 f_M 的方法。