

**电子科技大学**  
**2009 年硕士学位研究生入学试题**  
**考试科目：832 微电子器件**

所有答案必须写在答题纸上，写在试卷和草稿纸上均无效。

一、填空题（60 分）

1. 写出 PN 结的内建电势  $V_{bi}$  的表达式（ ）。在常用的掺杂浓度范围和室温下，硅的  $V_{bi}$  约为（ ），锗的  $V_{bi}$  约为（ ）。（5 分）
2. 室温下硅 PN 结的反向饱和电流密度  $J_0$  值约为（ ）的数量级。禁带宽度  $E_G$  增加， $J_0$  值（ ），正向导通电压  $V_F$ （ ）；温度增加， $J_0$  值（ ），因此， $J_0$  具有（ ）温系数，同时温度增加  $V_F$  值（ ），因此， $V_F$  具有（ ）温系数。（7 分）
3. 由扩散工艺形成的 PN 结，在结面的四周和四角会形成柱面与球面。结深  $x_j$  越小，曲率半径就越（ ），电场就越（ ），击穿电压  $V_B$  也就越（ ），同时柱面结的电场（ ）球面结的电场，且击穿多发生在表面而不是体内。（8 分）
4. 对势垒电容和扩散电容，在正偏情况下存在的电容是：（ ）。（2 分）
5. PN 结的少子存储效应产生 PN 结的反向恢复时间，存储电荷消失的两个途径是：（ ）。（2 分）
6. （ ）基区晶体管，少子在基区中主要作扩散运动，又称为扩散晶体管。（ ）基区晶体管，少子在基区中主要作漂移运动，又称为漂移晶体管。由于（ ）的存在使漂移晶体管少子的基区渡越时间（ ）扩散晶体管的基区渡越时间。（8 分）
7. 在同一 N 型衬底上形成两个 PN 结，结深一样，但 P 区掺杂浓度不一样，问：此时，高 P 区浓度 PN 结的击穿电压应（ ）低 P 区浓度 PN 结的击穿电压。（2 分）
8. NPN 晶体管，发射极接地，集电极加正压，其开基区时的泄漏电流（ ）其基极与发射极短接时的泄漏电流。（2 分）
9. 要降低基极电阻  $r_{bb}$ ，应当（ ）基区掺杂浓度，（ ）基区宽度。（4 分）
10. 当  $f \gg f_\beta$  时，频率每加倍，晶体管的  $|\beta_\omega|$  下降到原来的（ ），最大功率增益  $K_{pmax}$  下降到原来的（ ）。（4 分）
11. 对双极晶体管，当（ ）降到 1 时的频率称为特征频率  $f_T$ 。当（ ）降到 1 时的频率称为最高振荡频率  $f_M$ 。（4 分）
12. 对 N 沟 MOSFET，当阈值电压（ ）零时，N 沟 MOSFET 为常开型器件。通常 N 沟 MOSFET 为常（ ）型器件。（4 分）



13. 早期 MOSFET 的栅氧化层厚度  $T_{ox}$  的典型值为 ( ), 目前高性能 MOSFET 的  $T_{ox}$  可达 ( ) 以下。(4 分)
14. 对 P 沟 MOSFET, 栅氧化层中的固定电荷  $Q_{ox}$  将 ( ) 阈值电压。(2 分)
15. ( ) 沟道 MOSFET 的阈值电压具有正温系数。(2 分)

## 二、简述题 (60 分)

1. 请填写泊松方程的两种表达式 (方程 1 和方程 2)。其中  $x$  表示 X 坐标的位移分量,  $\psi$  为静电势,  $E$  代表电场,  $q$  代表电荷,  $\epsilon_s$  代表半导体的电容率,  $p$ 、 $n$ 、 $N_D$ 、 $N_A$  分别代表空穴、电子、施主杂质和受主杂质的浓度。并请另外写出 N 型耗尽区中泊松方程的简约表达式 (方程 3)。(9 分)

方程 1:  $\frac{d^2\psi}{dx^2} =$

方程 2:  $\frac{dE}{dx} =$

方程 3:  $\frac{dE}{dx} =$

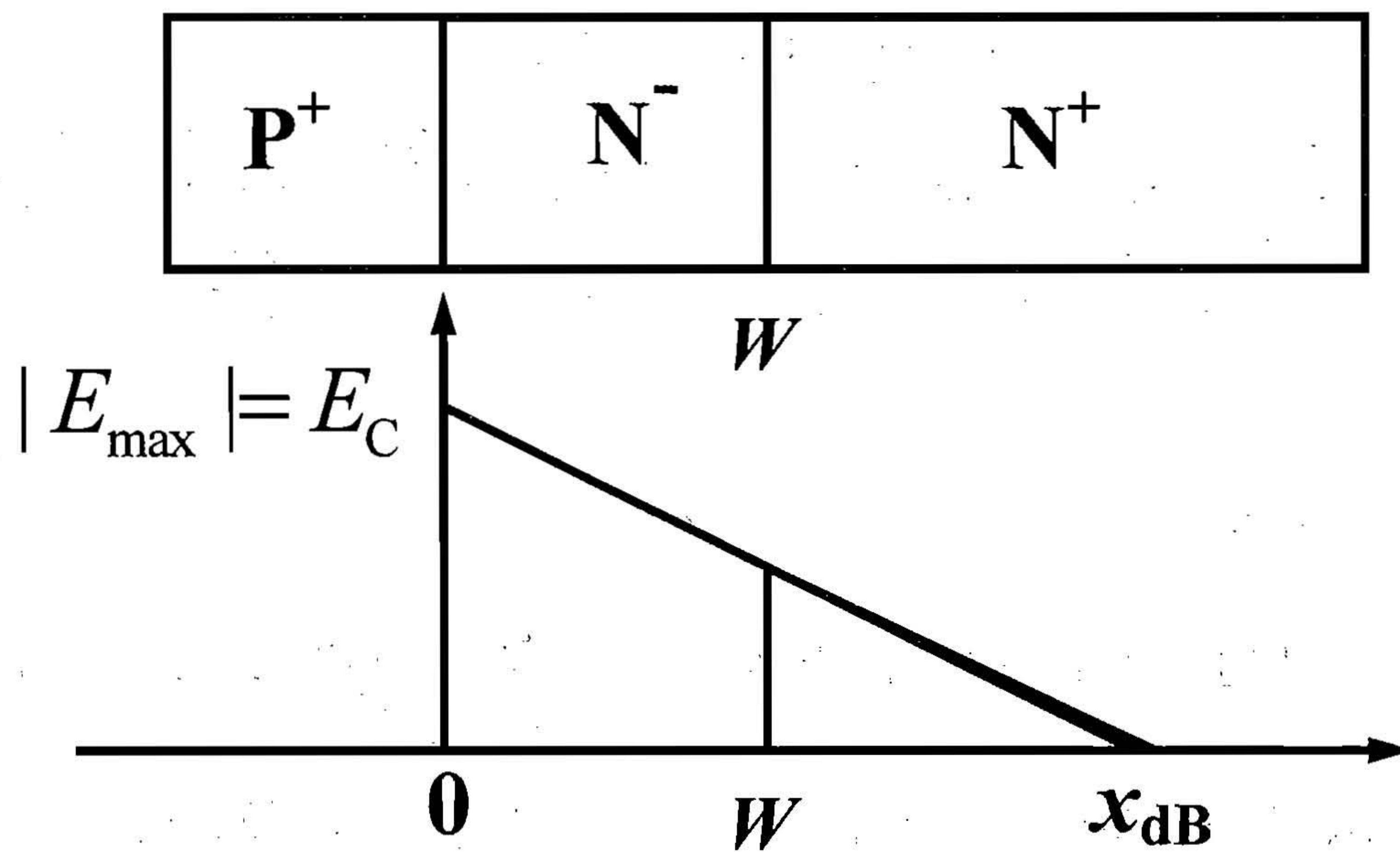
2. 在 PN 结示意图中分别画出 PN 结加正向电压和反向电压后的耗尽区变化图, 并在图中分别标出外加电场和内建电场的方向。简要说明为何 PN 结具有单向导电性。(15 分)
3. 写出 NPN 晶体管在四种工作状态 (放大、饱和、截止、倒向放大) 下的 E 结和 C 结的偏压情况并分别画出其少数载流子分布图。(16 分)
4. 简述减小厄尔利效应的方法, 并尝试说明这些方法对其他电参数的影响。(10 分)
5. 简述: 硅基双极型晶体管能否工作在几千伏的高压, 并说明理由。(10 分)

## 三、计算题 (30 分)

(请写明解题步骤):

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}, \epsilon_{Si} = 11.9, q = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}, k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}, T = 300 \text{ K}, E_G = 1.12 \text{ eV}$$





对一个如上图所示的  $P^+N^-N^+$  二极管，假设  $P^+$  区的浓度远远大于  $N^-$  区的掺杂浓度。 $N^-$  区的掺杂浓度为  $5 \times 10^{13} \text{cm}^{-3}$ ，厚度为  $20 \mu\text{m}$ ，请计算该二极管的击穿电压。如果  $N^-$  区的厚度增加为  $300 \mu\text{m}$ ，又请计算其击穿电压和最大耗尽层宽度