

二 00 九年度攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业名称: 微电子学与固体电子学

考试科目: 半导体物理与集成电路设计 (A 卷)

一、半导体物理(75 分)

物理常数: 室温 300K 时, $E_g=1.12\text{eV}$, 本征载流子浓度 $n_i=1.5\times 10^{10}\text{cm}^{-3}$; 600K 时 $n_i=6\times 10^{15}\text{cm}^{-3}$; 硅介电常数 $=\epsilon_0\epsilon_s=1.054\times 10^{-12}\text{F/cm}$, 电荷单位 $q=1.6\times 10^{-19}\text{C}$

1、(9 分) 硅在 300K 时品格常数为 5.43Å, 问:

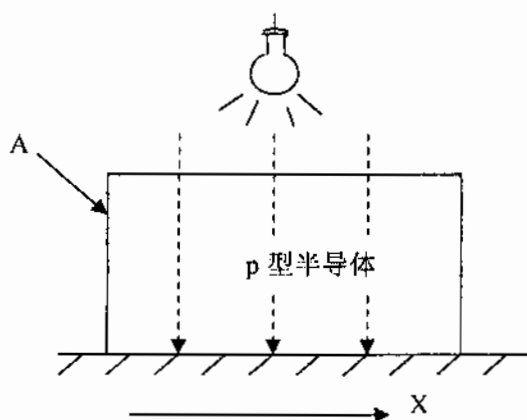
- a. 描述硅的晶体结构 (3 分)
- b. 每个单胞有几个原子? (3 分)
- c. 计算原子浓度 (cm^{-3}) (3 分)

2、(18 分) 一单晶 Si 中均匀掺入如下杂质: 磷 $1.5\times 10^{16}\text{cm}^{-3}$, 硼 $5\times 10^{15}\text{cm}^{-3}$, 试计算(假设电子和空穴迁移率分别恒定为 $\mu_n=1350\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, $\mu_p=500\text{cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$):

- a. 室温 300K 时, 本征 Si 的电阻率(理论计算值)。(3 分)
- b. 室温 300K 时, 该掺杂 Si 的电子、空穴浓度。(3 分)
- c. 室温 300K 时, 该掺杂 Si 费米能级的位置。(3 分)
- d. 室温 300K 时, 该掺杂 Si 的电阻率。(3 分)
- e. 600K 时的电子、空穴浓度。(3 分)
- f. 如果迁移率随掺杂浓度变化, 上述 d 中的电阻率会发生怎样的变化? (3 分)

3、(9 分) 如图, 一块均匀掺杂 p 型半导体, 其掺杂浓度为 N_A ; 然后对其加一稳定均匀光照, 产生光生电流, 假设其体内载流子产生率为 g , 非平衡载流子寿命为 τ 。如果载流子在 A 表面存在均匀复合, 复合速度为 s ,

- a. 光生电流主要为哪种载流子电流? 画出载流子 x 方向分布示意图 (3 分)
- b. 写出该过程的连续性方程 (3 分)
- c. 求载流子沿 x 方向分布函数 (3 分)



4、(39 分) 已知一 p 型半导体, 掺杂浓度 $N_A=10^{15}\text{cm}^{-3}$, 在其一面做 n 型掺杂, 浓度为 $N_D=10^{18}\text{cm}^{-3}$, 假设形成理想突变 p-n 结, 试画出:

二 00 九年度攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业名称：微电子学与固体电子学

考试科目：半导体物理与集成电路设计（A 卷）

- a. 掺杂前、后热平衡时的能带图和该 pn 结正、反偏压下的能带示意图 (15 分)
- b. 假设 pn 结满足耗尽近似，画出空间电荷分布示意图，电场分布示意图；(6 分)
- c. 画出零偏、反偏和正偏小注入时非平衡少数在 pn 结边界的浓度分布示意图。(9 分)
- d. 求出室温下接触电势的大小、空间电荷区宽度、势垒电容。(9 分)

二、集成电路设计原理(75 分)

- 1、已知 $0.5\mu\text{m}$ 工艺 N 管跨导($K'_p = 73\mu\text{A}/\text{V}^2$)，阈值电压 $V_t = 0.7\text{V}$ 。
 - 1) 假设 $V_{gs} = 3.3\text{V}$ ，当 $V_{ds} = 2\text{V}$ ，N 管 $W/L = 6$ ，求 N 管漏端电流？(5 分)
 - 2) 假设 $V_{gs} = 3.3\text{V}$ ，当 $V_{ds} = 5\text{V}$ ，N 管漏端电流 $I_d = 1.97\text{mA}$ ，求 N 管 W/L ？(5 分)
- 2、简述数字集成电路的典型设计抽象层次(10 分)。
- 3、画出或非门的 CMOS 电路图(4 分)和版图（或线图）(6 分)。
- 4、简述组合逻辑路径延时的组成和减小组合逻辑路径延时的方法(7 分)？
- 5、请写出 OAI-321 的逻辑方程，并画出 CMOS 电路图(8 分)。
- 6、判断图 1 和图 2 中的 SA0 故障是否可测(5 分)？如果可测，请写出测试向量(5 分)。

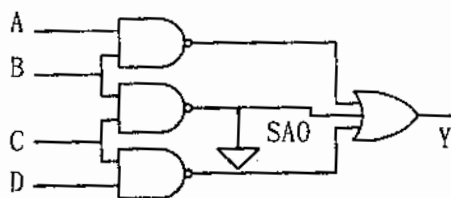


图 1

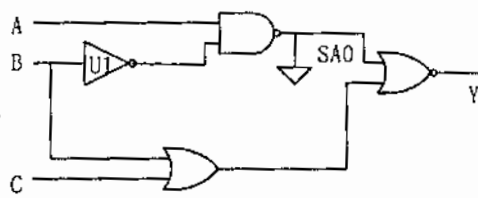


图 2

- 7、假设某有限状态机(FSM)的输入为连续的 1111 序列时，其输出为 1，其余情况为 0。
 - 1) 请画出该 FSM 的状态转换图(10 分)。
 - 2) 当输入为 1011110 序列时，指出该 FSM 在各个输入下的当前状态、下一个状态和输出(10 分)。