

电子科技大学

2010 年硕士研究生入学考试试题

考试科目：832 微电子器件

注：所有答案必须写在答题纸上，做在试卷或草稿纸上无效。

一、填空题（每小题 1 分，共 45 分）

1. 在反偏的 P^+N 结中，电场峰值出现在（ ）处，且 N 掺杂浓度越低，则耗尽区宽度越（ ），耐压越（ ）。向 P^+ 区扩展的耗尽区宽度比向 N 区扩展的耗尽区宽度（ ）， N 区耗尽区电荷总数与 P^+ 区耗尽区电荷总数（ ）。（5 分）
2. 在分析 PN 电流电压特性时，肖克莱方程做了以下假设，①（ ）近似；②（ ）近似，③（ ）假设，④在耗尽层中不存在产生-复合电流，此外也未计入中性区的（ ）。如果考虑耗尽区的产生-复合过程，则总的反向电流为（ ）和（ ）之和。（6 分）
3. 对于硅材料， P^+N^+ 结的主要击穿机理是（ ）， P^+N^- 结的主要击穿机理是（ ）。其中，雪崩击穿是由于（ ）现象所造成，雪崩击穿的判定条件是满足表达式（ ）。（4 分）
4. 当 P^+NP 结构的 N^- 区全耗尽时，该结构的电流电压特性呈现（ ）状态；当 P^+NN 结构的 N^- 区全耗尽时，该结构的电流电压特性呈现（ ）状态。（2 分）
5. 晶体管的共基电流增益与基区输运系数和发射结发射效率有关。其中，基区输

- 运系数被定义为()电流与()
 电流之比,影响它的主要结构和材料参数为()。发射结发射效
 率被定义为()电流和()
 电流之比,影响它的结构和材料主要参数为()。(6分)
6. 随集电极电流逐渐增加,在小注入和中等注入水平情况,晶体管电流增益会
 (),进入大注入状态,会出现()效应。
 在极低电流水平下,电流增益是较小的。要提高该状态下电流增益,应
 ()体内陷阱。(3分)
7. 降低基极电阻的工艺和版图措施有①()②
 ()③()。(3分)
8. 在高频晶体管中,当 W_B 较大时,提高 f_T 的主要措施是()和
 (),但是上述做法会带来(),因此需折衷。(3分)。
9. 在高频晶体管中,工作频率每增加一倍, $|\beta_o|$ (), 功率增益
 ();可定义()和()的乘积为高频
 优质,记为 M 。(4分)
10. 对于 MOSFET 当()时, MOSFET 电流仍然存在,这称为亚阈值
 导电。此时,沟道表面处于()。在计算亚阈值电流时通常只计入
 (),而忽略()。(4分)
11. 对于 MOSFET,改变阈值电压是主要通过()和
 ()来实现的。而栅氧化层中的固定电荷主要呈
 (),栅氧化层中电荷对阈值电压的影响是()。
 此外,衬底偏置效应对阈值电压也有影响,栅氧化层越厚,沟道掺杂浓度越
 高,衬底偏置效应()。(5分)

二、简答题（每小题 10 分，共 60 分）

1. 请写出一维情况下，表征半导体器件的三类基本方程：泊松方程、电子和空穴连续性方程，电子和空穴电流密度方程。（10 分）
2. 分别画出 pn 结在反偏置情况下的能带图，耗尽区变化和电场分布图；说明 pn 结单向导电的原因；同时说明在不同偏置下，pn 结呈现何种电容特性。（10 分）
3. 什么是双极晶体管的 Kirk 效应？该效应对器件哪些参数有何种影响？该效应在哪种结构的晶体管中较为显著？（10 分）
4. 在非均匀掺杂基区的 npn 中，针对基区浓度分布为从发射结到集电结由高到低或基区浓度分布从发射结到集电结由低到高两种情况，请说出上述哪种情况下晶体管的 β 个更高？并较详细说明理由及其物理效应。如果是 pnp 管，其结论又是什么？（10 分）
5. 对于 npn 管，什么是共基极截止频率？共发射极截止频率？特征频率？最高振荡频率？给出提高频率特性的方法，并说明理由。（10 分）
6. 写出 NMOS 器件阈值电压表达式，并说明其中各项的物理意义。对于 poly 栅极的 NMOS 器件，poly 掺 n^+ 型杂质或 poly 掺 p^+ 型杂质，器件的阈值电压有何差别？如有差别，两者的阈值电压差是多少？（10 分）

三、计算题（共 45 分）

下面计算题中可能涉及的相关常数如下：

$$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-14} \text{ F/cm}, \quad \varepsilon_{si} = 11.9, \quad q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}, \quad T = 300\text{K},$$

$$E_g = 1.12 \text{ eV}, \quad E_C = 3.5 \times 10^5 \text{ V/cm}$$

1. 在硅 npn 晶体管中，其基区宽度（冶金结）宽度为 $0.5 \mu\text{m}$ ，发射极，基极和集电极的突变掺杂浓度分别为 1×10^{19} ， 3×10^{16} 和 $5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 。求使发射结偏置对集电极电流（因夹断或雪崩击穿）失去控制的基极-集电极电压上限。（25 分）
2. 对于双极性三极管，推导发射极电阻 R_E 所导致的本征跨导退化表达式。（20 分）

电子测量原理试题共 3 页，第 3 页