

半导体器件物理期末试题（A 卷）

（满分 100 分、考试时间：150 分钟）

电子科学与工程学院 2003 级微电子学、 电子科学与技术专业

2006 年 6 月

一、 回答下列问题：

1、 耗尽近似（5 分）

2、 什么是空间电荷区复合电流和产生电流它们是怎么产生的？（5 分）

3、 什么是场效应？举出几种应用场效应工作的器件。（5 分）

4 太阳电池和光电二极管的主要异同点有哪些？（5 分）

5、 双极结型晶体管（BJT）有几种工作模式？写出工作条件。（5 分）

6、 P-AlGaAs/P-GaAs/N-GaAs LED 中 P-AlGaAs 层的作用（5 分）

[30 分]

二 若 PN 结边界条件为 $x = w_n$ 处 $p = p_{n0}$ ， $x = -w_p$ 处 $n = n_{p0}$ 。其中 w_p 和 w_n 分别与 L_p

和 L_n 具有相同的数量级

1、,证明： PN 结 N 区少子空穴分布为

$$p_n - p_{n0} = p_{n0} \left(e^{V/V_T} - 1 \right) \frac{\sinh \left(\frac{W_n - x}{L_p} \right)}{\sinh \left(\frac{W_n - x_n}{L_p} \right)} \quad (x \geq x_n) \quad (10 \text{ 分})$$

2、 写出 P 区少子电子分布（2 分）

3、 根据以上公式导出长 PN 结少子分布和电流分布（8 分）

[20 分]

三、 1 画出理想太阳电池等效电路图并根据等效电路图写出 I-V 特性（5 分）；

2 画出能带图并根据能带图说明发光管的工作原理（5 分）。

[10 分]

四、 根据 E-M 方程 $I_E = -I_{F0}(e^{V_E/V_T} - 1) + \alpha_R I_{R0}(e^{V_C/V_T} - 1)$

$$I_C = \alpha_F I_{F0}(e^{V_E/V_T} - 1) - I_{R0}(e^{V_C/V_T} - 1)$$

证明：

$$I_{F0} = \frac{I_{E0}}{1 - \alpha_F \alpha_R} \quad (5 \text{ 分}),$$

$$I_{R0} = \frac{I_{C0}}{1 - \alpha_F \alpha_R} \quad (5 \text{ 分})$$

其中 I_{E0} 为集电极开路时 ($I_C = 0$) 的发射结反向饱和电流, I_{C0} 为发射极开路 ($I_E = 0$) 时的集电结反向饱和电流。

[10 分]

五、 镜像力电子势能为 $E_1(x) = -\frac{q^2}{16\pi k \epsilon_0 x}$, 外电场能为 $E_2(x) = -q\epsilon x$, 证明镜像力降低肖特基势垒高度为

$$\Delta\phi_b = \epsilon x_m + \frac{q}{16\pi k \epsilon_0 x_m} = 2\epsilon x_m = \sqrt{\frac{q\epsilon}{4\pi k \epsilon_0}} \quad [10 \text{ 分}]$$

六、 绘出在偏压条件下 MOS 结构中对应载流子积累 (3 分)、耗尽 (3 分)、强反型 (4 分) 的能带图。采用 N 型衬底并忽略表面态和功函数的影响。

[10 分]

七、 画出结构示意图说明结型场效应晶体管工作原理。

[10 分]

半导体器件物理期末试题（B 卷）

（满分 100 分、考试时间：150 分钟）

电子科学与工程学院 2003 级微电子学、 电子科学与技术专业 2006 年 6 月

一、 回答下列问题： [30 分]

- 1、 PN 结注入的少数载流子以扩散的方式运动，这称为扩散运动，为什么？（5 分）
- 2、 M-S 接触有几种效应（5 分）
- 3、 简述太阳能电池的基本结构和工作原理（5 分）
- 4、 说明 BJT 的放大作用
- 5、 提高 LED 量子效率的主要途径有哪些？（5 分）
- 6、 沟道长度调制效应（5 分）

二、 根据 $\vec{j}_p = pq\mu_p \vec{E} - qD_p \nabla p$ 证明：热平衡时

$$\psi_0 = \psi_n - \psi_p = V_T \ln \frac{N_d N_a}{n_i^2} \quad [10 \text{ 分}]$$

三、 画出 BJT 的低频小信号等效电路图并证明共发射极短路电流增益的截止频率为

$$\omega_\beta = \frac{g_m}{(C_D + C_{TE} + C_{TC})h_{FE}} \quad [10 \text{ 分}]$$

四、 写出实际 MOSFET 阈值电压表达式并解释各项的物理意义。 [10 分]

五、 证明 NPN 缓变基区晶体管基区内电子分布为

$$n_p(x) = -\frac{I_n}{qAD_n N_a} \int_x^{x_B} N_a dx \quad [20 \text{ 分}]$$

六、 假设 P^+N 二极管受到一个光源的均匀照射，所引起的电子-空穴产生速率为 G_L 。

1、 解 PN 结扩散方程证明 $\Delta P_n = (P_{n0}(e^{V/V_T} - 1) - G_L \frac{L_p^2}{D_p})e^{-x/L_p} + \frac{G_L L_p^2}{D_p}$ 。（10 分）

2、 写出 P 区少子电子分布表达式。（2 分）

3、 导出电流表达式并证明短路光电流 $I_L = qG_L(L_n + L_p)A$ 。（8 分） [20 分]

半导体器件物理期末试题（A 卷）答案

（满分 100 分、考试时间：150 分钟）

电子科学与工程学院 2003 级微电子学、 电子科学与技术专业

2006 年 6 月

一、 回答下列问题：[30 分]

1、 耗尽近似（5 分）

答：在空间电荷中，与电离杂质浓度相比，自由载流子浓度可以忽略，这称为耗尽近似。

2、 什么是空间电荷区复合电流和产生电流它们是怎么产生的？（5 分）

答：正偏压 PN 结空间电荷层边缘处的载流子浓度增加，以致 $pn > n_i^2$ 。这些过量载流子穿越空间电荷层，使得载流子浓度可能超过平衡值。因而在空间电荷层中这些过量载流子会有复合，所产生的电流叫做空间电荷区复合电流

$P-N$ 结在反向偏压的作用下，空间电荷区中 $np < n_i^2$ ，于是会有载流子产生。产生的载流子在反向偏压的作用下形成 $P-N$ 结的反向电流——空间电荷区产生电流。

3、 什么是场效应？举出几种应用场效应工作的器件。（5 分）

答：在电场作用下半导体表面电导率发生改变的效应称为场效应。JFET 和 MOSFET 都是应用场效应工作的器件。

4 太阳电池和光电二极管的主要异同点有哪些？（5 分）

答：相同点：都是应用光生伏打效应工作的器件。

主要不同点：a、太阳电池是把太阳能转换成光能的器件，光电二极管的主要作用是探测光信号；b、太阳电池工作不加偏压而光电二极管工作要加反向偏压；c、光电二极管存在带宽问题，太阳电池则不存在带宽问题。

5、 双极结型晶体管（BJT）有几种工作模式？写出工作条件。（5 分）

答：四种。正向有源模式， $V_E > 0, V_C < 0$ 。反向有源模式， $V_E < 0, V_C > 0$ 。饱和模式， $V_E > 0,$

$V_C > 0$ 。截止模式， $V_E < 0, V_C < 0$ 。

6 、 P-AlGaAs/P-GaAs/N-GaAs LED 中 P-AlGaAs 层的作用（5 分）

答：AlGaAs 的禁带宽度（1.83eV）大于 GaAs 的禁带宽度(1.43eV)， 因此从 P-GaAs/N-GaAs LED 中发出的光不会被 AlGaAs 层再吸收 。这就是 AlGaAs 层的窗口作用。与此同时，在 AlGaAs-GaAs 界面上的复合中心密度显著的低于没有 AlGaAs 层的 GaAs 表面的复合中心密度。因而，距离界面的结深可以做得很小。

二、[20 分] 解：

1 （10 分）] $x_n \leq x \leq w_n$: 少子空穴扩散方程为

$$\frac{d^2(p_n - p_{n0})}{dx^2} - \frac{p_n - p_{n0}}{L_p^2} = 0$$

式中 $L_p = (D_p \tau_p)^{1/2}$ 为空穴的扩散长度。方程通解和边界条件为

$$\begin{cases} p_n - p_{n0} = K_1 e^{-x/L_p} + K_2 e^{x/L_p} & (1) \\ p_n - p_{n0} = p_{n0}(e^{V/V_T} - 1) (\text{令} = A) & x = x_n \quad (2) \\ p_n - p_{n0} = 0 & x = w_n \quad (3) \end{cases}$$

(2),(3)分别代入(1)得：

$$A = K_1 e^{-x_n/L_p} + K_2 e^{x_n/L_p}$$

$$0 = K_1 e^{-w_n/L_p} + K_2 e^{w_n/L_p}$$

从中解出：

$$K_2 = - \frac{A e^{-w_n/L_p}}{2sh \frac{w_n - x_n}{L_p}} \quad (4)$$

$$K_1 = \frac{A e^{w_n/L_p}}{2sh \frac{w_n - x_n}{L_p}} \quad (5)$$

将（4）（5）代入（1）：

$$p_n - p_{n0} = p_{n0}(e^{V/V_T} - 1) \frac{sh \frac{w_n - x}{L_p}}{sh \frac{w_n - x_n}{L_p}} \quad (6)$$

（6）式即为 N 侧空穴分布

2. (2 分) 类似地, $-w_p \leq x \leq x_p$ 电子分布为:

$$n_p - n_{p0} = n_{p0}(e^{V/V_T} - 1) \frac{\sinh \frac{w_p + x}{L_n}}{\sinh \frac{w_p - x_p}{L_n}}.$$

3. (8 分) 长 PN 结:

$$p_n - p_{n0} = p_{n0}(e^{V/V_T} - 1)e^{-(x-x_n)/L_p},$$

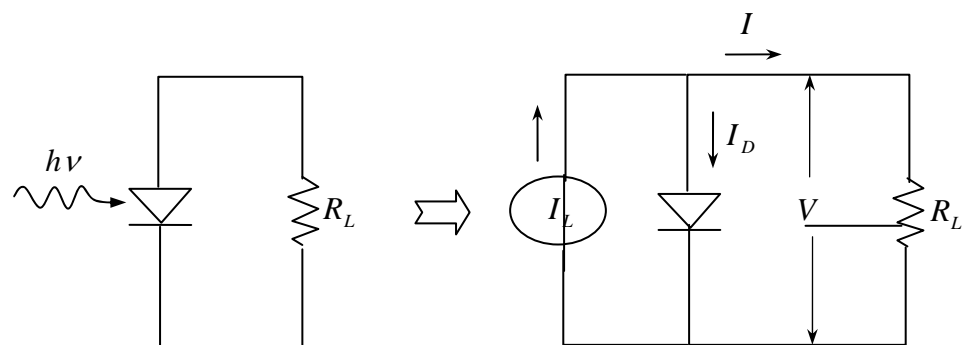
$$n_p - n_{p0} = n_{p0}(e^{V/V_T} - 1)e^{(x+x_p)/L_n}$$

. 电流分布: $I_p(x) = -qAD_p \frac{dp_n}{dx} = \frac{qAD_p p_{n0}}{L_p}(e^{V/V_T} - 1)e^{-(x-x_n)/L_p}$

$$I_n(x) = -qAD_n \frac{dn_p}{dx} = \frac{qAD_n n_{p0}}{L_n}(e^{V/V_T} - 1)e^{(x+x_p)/L_n}$$

三[10 分] 解:

1. (5 分):

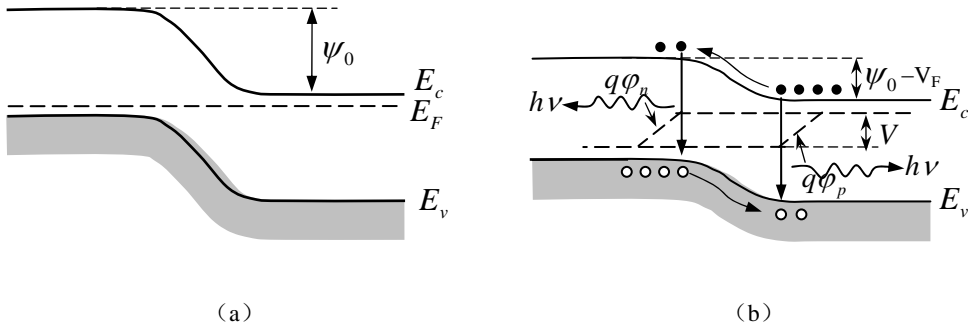


太阳能电池理想等效电路

I-V 特性

$$\begin{aligned} I &= I_L - I_D \\ &= I_L + I_0(1 - e^{V/V_T}) \end{aligned}$$

2 (5 分)



$P-N$ 的电致发光结: (a) 零偏压, (b) 正向偏压 V

当正向偏压加于 $P-N$ 结的两端时, 载流子注入穿越 $P-N$ 结, 使得载流子浓度超过热平衡值, 形成过量载流子。过量载流子复合, 能量以热 (声子) 或光 (光子) 的形式释放。在光子发射过程中, 我们从偏压的电能量得到光能量。这种现象称为电致发光。在 P 侧, 注入的非平衡少数载流子电子从导带向下跃迁与价带中的空穴复合, 发射能量为 Eg 的光子。在 $P-N$ 结的 N 侧, 注入的非平衡少数载流子空穴与导带电子复合, 同样发出能量为 Eg 的光子。

四 [10 分] 解:

$$\text{由 EM 方程 } I_E = -I_{F0}(e^{V_E/V_T} - 1) + \alpha_R I_{R0}(e^{V_C/V_T} - 1) \quad (1)$$

$$I_C = \alpha_F I_{F0}(e^{V_E/V_T} - 1) - I_{R0}(e^{V_C/V_T} - 1) \quad (2)$$

令 (2) 式 $I_C = 0$, $e^{V_E/V_T} \ll 1$, 则 $I_{R0}(e^{V_C/V_T} - 1) = -\alpha_F I_{F0}$. 代入 (1) 式且令 $e^{V_E/V_T} \ll 1$

及 $I_E = I_{E0}$, 得:

$$I_{F0} = \frac{I_{E0}}{1 - \alpha_F \alpha_R} \quad (3)$$

同样令 (1) 式 $I_E = 0$, $e^{V_E/V_T} \ll 1$, 得:

$$I_{R0} = \frac{I_{co}}{1 - \alpha_F \alpha_R}.$$

五 [10 分] 解：

$$E(x) = E_1(x) + E_2(x) = -\frac{q^2}{16\pi k \epsilon_0 x} - q\epsilon x$$

(1)

设势垒高度降低的位置发生在 x_m 处，

势垒高度降低值为 $q\Delta\phi_b$ 。令 $\frac{dE(x)}{dx} = 0$ ，由

(1) 式得到

$$q\epsilon - \frac{q^2}{16\pi k \epsilon_0 x_m^2} = 0$$

$$\epsilon = \frac{q}{16\pi k \epsilon_0 x_m^2}$$

$$x_m = \frac{q}{16\pi k \epsilon_0 \epsilon}$$

由于

$$E(x_m) = -q\Delta\phi_b = -\frac{q^2}{16\pi k \epsilon_0 x_m} - q\epsilon x_m$$

故

$$\Delta\phi_b = \epsilon x_m + \frac{q}{16\pi k \epsilon_0 x_m} = 2\epsilon x_m = \sqrt{\frac{q\epsilon}{4\pi k \epsilon_0}}$$

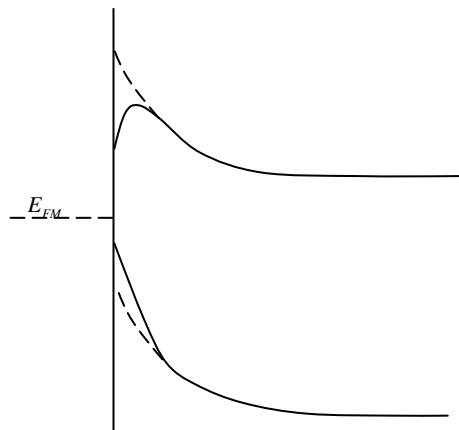
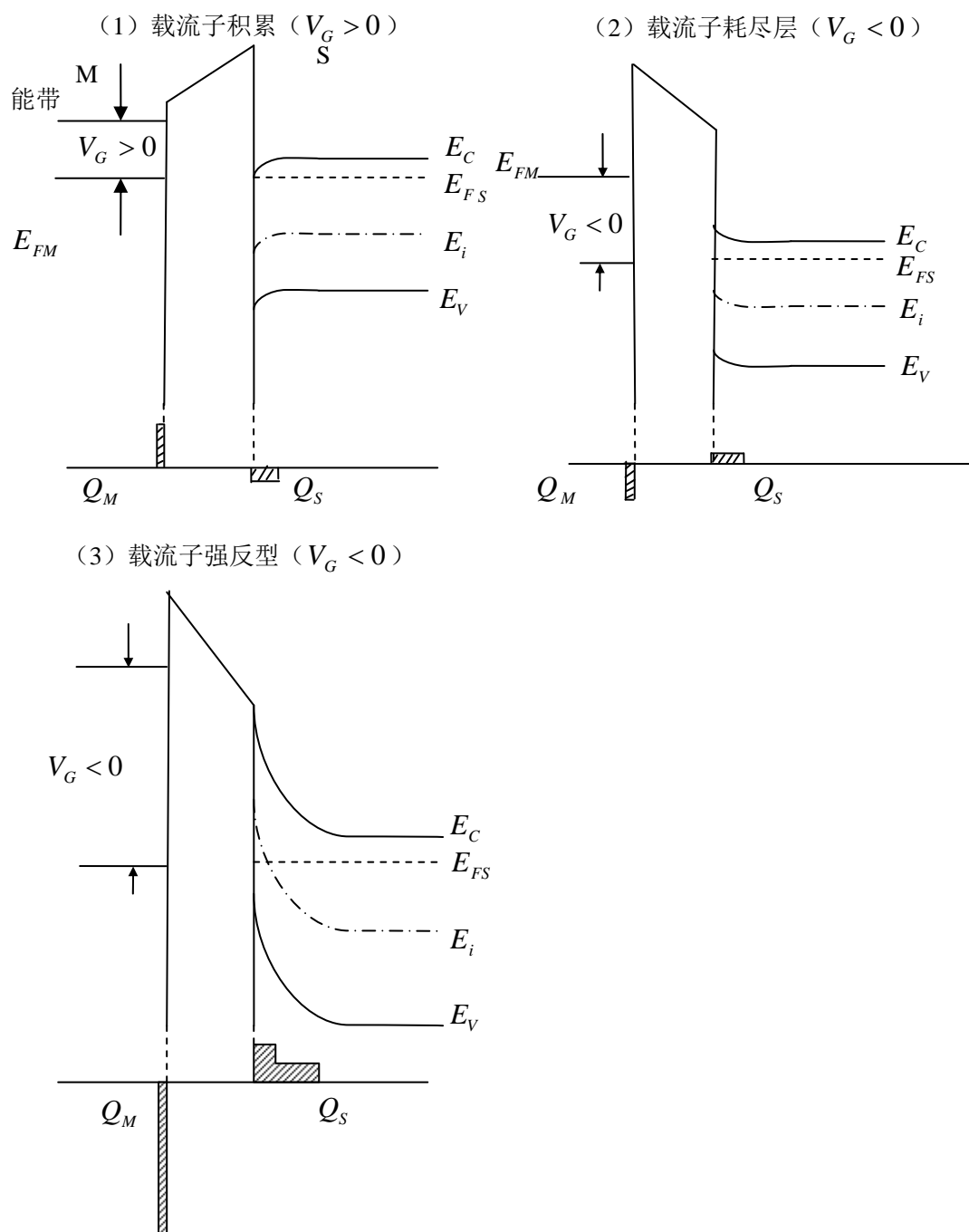


图 4-6 镜像力对半导体能带的影响

六[10 分]解：



七[10 分]解：

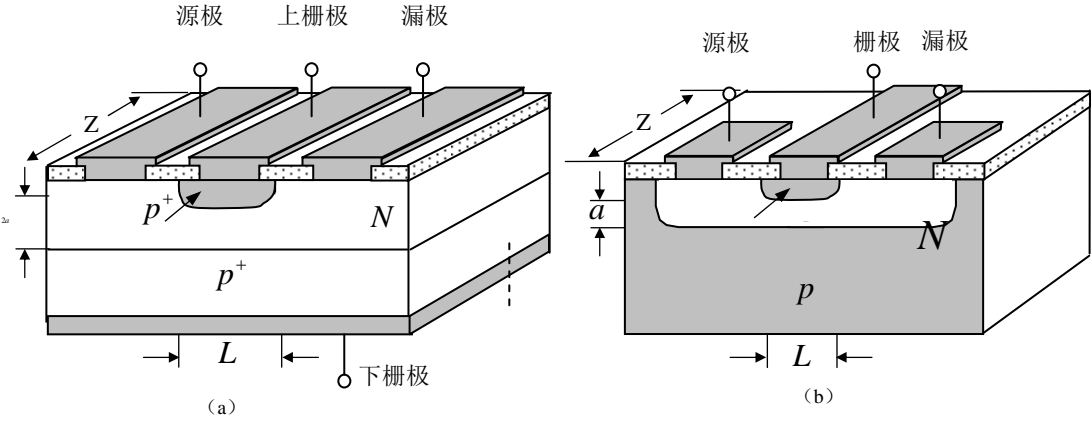


图 5-1 由两种工艺制成的 n 沟道 JFET

(a) 外延-扩散工艺 (b) 双扩散工艺

(两图画任一图即可)

在正常工作条件下，反向偏压加于栅 $P-N$ 结的两侧，使得空间电荷区向沟道内部扩展，并使耗尽层中的载流子耗尽。结果是，沟道的截面积被减小，因而沟道电阻增加。这样，源和漏之间流过的电流就受到栅电压的调制。这就是 $JFET$ 的基本工作原理。

半导体器件物理试卷（B 卷）

（满分 100 分、考试时间：150 分钟）

电子科学与工程学院 2003 级微电子学、 电子科学与技术专业 2006 年 6 月

一[30 分]答：

1 (5 分) 在电中性的 N 侧载流子的行为。由于有注入的过量空穴的正电荷存在，建立起一瞬间电场。此电场吸引过量的电子以中和注入的空穴，并使电中性得以恢复在注入载流子的区域，假设空间电荷的电中性条件完全得到满足，则少数载流子是仅存的一种类型的载流子。这些载流子由于被中和，不带电，通过扩散运动在电中性区中输运。这称为扩散近似。

2 (5 分) 金属—半导体接触出现两个最重要的效应：其一是整流效应，其二是欧姆效应。前者称为整流接触，又叫做整流结。后者称为欧姆接触，又叫做非整流结。

3 (5 分) 半导体太阳电池是直接把太阳能转换成电能的器件，其基本结构为 PN 结、M-S 结或异质结二极管。在光的照射下，半导体中的原子因吸收光子能量而受到激发。如果光子能量大于禁带宽度，在半导体中就会产生电子—空穴对。在距 $P-N$ 结的空间电荷区一个扩散长度以内产生的电子-空穴对，一旦进入 $P-N$ 结的空间电荷区，就会被空间电荷区的内建电场所分离。非平衡空穴被拉向 P 区，非平衡电子被拉向 N 区。结果在 P 区边界将积累非平衡空穴，在 N 区边界将积累非平衡电子，产生一个与平衡 $P-N$ 结内建电场方向相反的光生电场。于是，在 P 区和 N 区之间建立了光生电动势。

4 (5 分) 正向有源模式下发射结正偏，势垒降低 qV_E ，电子将从发射区向基区注入，空穴将从基区向发射区注入。基区出现过量电子，发射区出现过量空穴。过量载流子浓度取决于发射结偏压的大小和掺杂浓度。当基区宽度很小（远远小于电子的扩散长度）时，从发射区注入到基区的电子除少部分被复合掉外，其余大部分能到达集电结耗尽区边缘。集电结处于反向偏压，集电结势垒增加了 qV_c 来到集电结的电子被电场扫入集电区，成为集电极电流。这个注入电子电流远大于反偏集电结所提供的反向饱和电流，是集电电流的主要部分。如果在集电极回路中接入适当的负载就可以实现信号放大。

5 (5 分) 可以通过减少 $\bar{\alpha}$ 或 x_j 或通过增加 \bar{T} 来提高外量子效率。产生 $h\nu < E_g$ 的发光可以使 $\bar{\alpha}$ 减小另一种方法是采用一光学窗口，在这种器件中，例如在 $GaAs$ 二极管的顶面上生长一附加的 $AlGaAs$ 层，因为 $AlGaAs$ 材料的禁带宽度大于 $GaAs$ 的禁带宽度，所以发射的光子不会被附加层所吸收。与此同时，在 $AlGaAs-GaAs$ 界面处的复合中心密度显著的低于没有 $AlGaAs$ 层的 $GaAs$ 表面的复合中心密度。因而，距离界面的结深可以做得很小。

6 (5分) 夹断条件规定为两个空间电荷区在沟道中心相遇，当漏极电压进一步增加时，沟道中更多的自由载流子耗尽。结果是耗尽区的长度增加，电中性的沟道长度减小。这种现象称为沟道长度调制

二[10分]解：电子电流为 $I_n = qA(D_n \frac{\partial n}{\partial x} + nu_n \varepsilon)$

处于热平衡时， $I_n=0$ ，又因为 $E = -\frac{d\psi}{dx}$

所以 $nu_n \frac{d\psi}{dx} = D_n \frac{\partial n}{\partial x}$ ，又因为 $\frac{D_n}{u_n} = V_T$ （爱因斯坦关系）

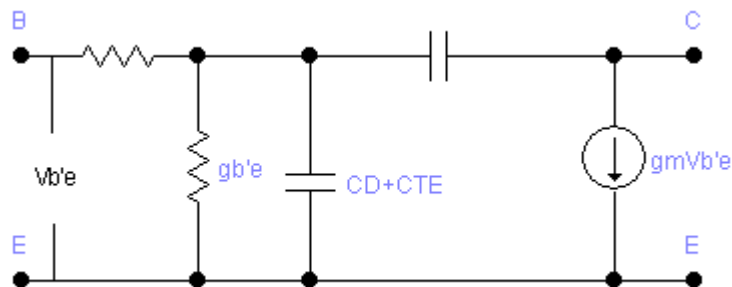
所以 $d\psi = \frac{V_T}{n} dn$ ，

从 $-x_p \rightarrow x_n$ 作积分，则

$$\psi_0 = \psi_n - \psi_p = V_T \ln n_{n0} - V_T \ln n_{po} = V_T \ln N_d - V_T \ln \frac{n_i^2}{N_a} = V_T \ln \frac{N_a N_d}{n_i^2}。$$

三[10分]解：

等效电路图



$$h_{fe} = \frac{I_0}{I_i}$$

$$= \frac{g_m}{g_b e + j\omega(C_{TE} + C_{TC} + C_D)}$$

$$h_{fe} = \frac{h_{FE}}{1 + \frac{h_{FE}}{g_m} j\omega(C_{TE} + C_{TC} + C_D)}$$

$$|h_{fe}|^2 = \frac{h_{FE}^2}{1 + \frac{h_{FE}^2}{g_m^2} \omega^2 (C_{TE} + C_{TC} + C_D)}$$

当 $\omega = \omega_\beta$ 时, $|h_{fe}| = \frac{1}{\sqrt{2}} h_{FE}$, 则

$$\frac{1}{2} = \frac{h_{FE}^2}{1 + \frac{h_{FE}^2}{g_m^2} \omega_\beta^2 (C_{TE} + C_{TC} + C_D)}$$

$$\therefore \omega_\beta = \frac{g_m}{h_{FE} (C_{TE} + C_{TC} + C_D)}$$

四[10分]解:

$$V_{TH} = V_{FB} - \frac{Q_B}{C_0} + \psi_{Si}$$

$$= \phi'_{ms} - \frac{Q_0}{C_0} - \frac{Q_B}{C_0} + \psi_{Si} \quad (6-66)$$

上式中第一项是, 为消除半导体和金属的功函数差的影响, 金属电极相对于半导体所需要加的外加电压; 第二项是为了把绝缘层中正电荷发出的电力线全部吸引到金属电极一侧所需要加的外加电压; 第三项是当半导体表面开始出现强反型时, 半导体空间电荷区中的电荷 Q_B 与金属电极的相应电荷在绝缘层上所产生的电压降, 亦即支撑出现强反型时所需要的体电荷 Q_B 所需要的外加电压; 第四项是, 开始出现强反型层时, 半导体表面所需的表面势, 也就是跨在空间电荷区上的电压降。

五[10分]解:

基区的缓变杂质分布, 要引入一自建电场

$$\mathcal{E} = \frac{V_T}{N_a(x)} \frac{dN_a(x)}{dx} \quad (1)$$

这个电场沿着杂质浓度增加的方向, 有助于电子在大部分基区范围内输运。这时电子通过扩散和漂移越过基区薄层, 致使输运因子增加。现在我们来推导缓变基区晶体管基区输运因子的表示式。

把(1)式代入电子电流方程并利用爱因斯坦关系得到下列方程:

$$\frac{dn_p}{dx} + \frac{n_p}{N_a} \frac{dN_a}{dx} = \frac{I_n}{qAD_n} \quad (2)$$

两边乘以 N_a 并对 x 从 x_a 到 x_B 积分, 得到

$$N_a(x_B)n_p(x_B) - N_a(x)n_p(x) = \frac{I_n}{qAD_n} \int_{x_a}^{x_B} N_a dx \quad (3-)$$

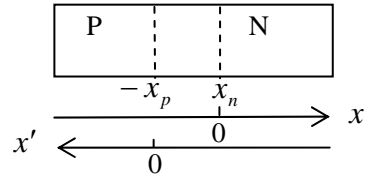
在大多数实际的平面晶体管中，基区复合是可以忽略的，因此 I_n 在 (3) 式中是常数。对于正向有源模式，把边界条件 $n_p(x_B)=0$ 代入 (3) 式，得到基区内电子分布

$$n_p(x) = -\frac{I_n}{qAD_n N_a} \int_x^{x_B} N_a dx \quad (4)$$

六[10分]解： $\because I_p = I_0 \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right)$ ，V 加到 pn 接上，

$$\text{当 } x > 0 \text{ 时, } D_p \frac{d^2 p_n}{dx^2} - \frac{p_n - p_{n0}}{\tau_p} + G_L = 0$$

$$\therefore \frac{d^2 (p_n - p_{n0} - G_L \tau_p)}{dx^2} = \frac{p_n - p_{n0} - G_L \tau_p}{L_p^2}$$



其中， $L_p = D_p \tau_p$

$$\therefore p_n - p_{n0} = K_1 \exp\left(-\frac{x}{L_p}\right) + K_2 \exp\left(\frac{x}{L_p}\right) + G_L \tau_p \quad (*)$$

$$\text{由边界条件, } \begin{cases} x=0, p_n = p_{n0} \exp \frac{V}{V_T} \\ x=\infty, \Delta p_n = G_L \tau_p \end{cases}$$

代入到 (*) 式中，得

$$\begin{cases} K_1 = p_{n0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \tau_p \\ K_2 = 0 \end{cases}$$

$$\therefore \Delta p_n = p_n - p_{n0} = \left[p_{n0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \frac{L_p^2}{D_p} \right] \exp\left(-\frac{x}{L_p}\right) + \frac{G_L L_p^2}{D_p}$$

同理，N 区注入电子，

$$\begin{aligned} \Delta n_p = n_p - n_{p0} &= \left[n_{p0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \frac{L_n^2}{D_n} \right] \exp\left(-\frac{x'}{L_n}\right) + \frac{G_L L_n^2}{D_n} \\ &= \left[n_{p0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \tau_n \right] \exp\left(\frac{x}{L_n}\right) + G_L \tau_n \end{aligned}$$

电流分布为：

$$I_p(x) = -qAD_p \frac{dp_n}{dx} = \frac{qAD_p}{L_p} \left[p_{n0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \tau_p \right] \exp\left(-\frac{x}{L_p}\right)$$

$$I_n(x) = qAD_n \frac{dn_p}{dx} = \frac{qAD_n}{L_n} \left[n_{p0} \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - G_L \tau_n \right] \exp\left(\frac{x}{L_n}\right)$$

总电流为:

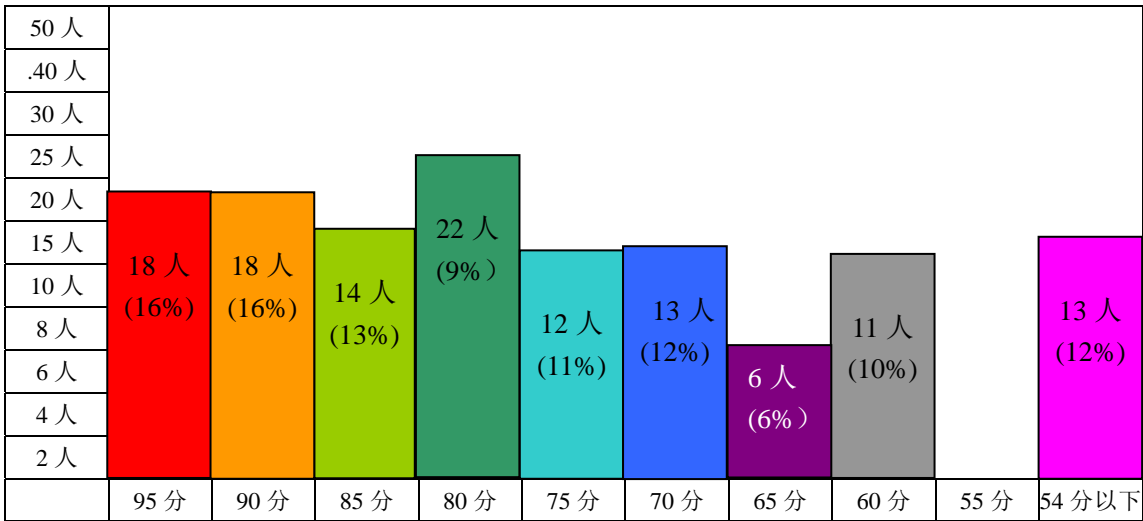
$$I = I_p(0) + I_n(0) = qA \left(\frac{D_p p_{no}}{L_p} + \frac{D_n n_{p0}}{L_n} \right) \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) - qAG_L(L_n + L_p)$$

$$\therefore I = I_0 \left(\exp \frac{V}{V_T} - 1 \right) + I_L, \quad I_0 = qA \left(\frac{D_p p_{no}}{L_p} + \frac{D_n n_{p0}}{L_n} \right)$$

$$\therefore I_L = qG_L(L_n - L_p)A。$$

吉林大学试卷分析报告

2003 级本科生《半导体器件物理》课程考试成绩分布图



注：①分数、人数指本档分数、人数的最低线；②其它中间值可以参照图表数字适当标出位置

2003 级本科生《半导体器件物理》课程学习状况分析

学生对所学知识的掌握情况，考核中反映出的学生能力和素质状况，考核中发现学生学习中存在的主要问题，加强该课程教学的想法等（本页不足可另附纸）

本次考试旨在考查学生对半导体器件的基本结构、工作原理、特性参数及基本工艺技术的掌握情况。考试结果说明了绝大多数学生对以上知识掌握较好，达到了预期的教学效果。对主要结果的记忆、基本原理的推导和理解，反映了学生具有较强的理解能力和较高的综合素质。有些同学还主动到实验室去用实验验证课堂上所学的理论知识，反映了教学过程培养了学生主动学习精神和严谨求实的科学态度。这些都说明教师在课堂上充分引导学生积极、主动地学习的教学方法是****的

本课程作为专业基础课程，应当不断加强理论教学和实验的联系。但由于学时有限，实验条件尚不完备，在这方面有脱节的现象。如不能及时解决，会影响学生对知识的理解和掌握。

试卷分析表明，成绩呈正常，正态分布。个别学生成绩优异，也有部分同学（13）不及格。***他们其他各科成绩。基本属于不爱学习的，应进一步加强思想教育。

评卷教师签字：

2005 年 7 月 4 日