

北京工业大学 2012-2013 学年半导体物理期末试卷

一、 简答题 (5*6' = 30')

1. Si 和 GaAs 半导体晶体的解理面分别是什么？为什么？一种半导体材料导带底 $E_c(k)$ 附近和价带顶 $E_v(k)$ 附近表达式为：
，判断该半导体是直接带隙还是间接带隙。
2. A、B 两种半导体，A 的禁带宽度为 1eV，B 的为 1.2eV，其他各种参数均相同，求 n_i 之比
3. 什么是载流子的迁移率，影响因素，假定半导体内存在三种散射机制。只存在第一种散射机制时的迁移率是 $2000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ，只存在第二种散射机制时的迁移率是 $1500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ，只存在第三种散射机制时的迁移率是 $500 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ，求总迁移率。
4. 什么是 PN 结的势垒电容？与平行电容板的区别，如何降低势垒电容？

区别：平行板电容器两极板间的距离 d 是一个常数，不随电压 V 变化，而空间电荷宽度 X_m 不是一个常数，随电压 V 变化，因此其电容是常数。势垒电容是偏压 V 的函数，在一定的直流外加偏压下，当电压有微小变化时，相应的

5. 写出理想 PN 结电流-电压关于 (J-V) 公式。Pn 结与肖特基结电流成分的区别。

肖特基二极管内部是由阳极金属和阴极金属等构成，在 N 型基片和阳极金属之间形成肖特基势垒。当在肖特基势垒两端加上正向偏压时，肖特基势垒层变窄，其内阻变小；反之，若在肖特基势垒两端加上反向偏压时，肖特基势垒层则变宽，其内阻变大。

PN 结二极管是有半导体材料组成的，阳极是 P，阴极是 N，中间形成 PN 结，当加正向电压大于死区电压二极管导通

二、 (15')N 型半导体，

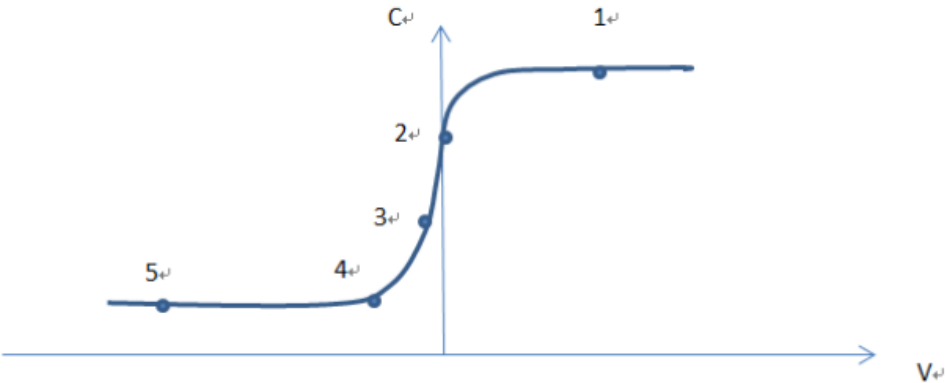
- 1) 画 n -T 图，并解释
- 2) 画 μ -T 图
- 3) 由 (1)(2) 画 p -T 图，并解释

三、 (15') 一理想的 MOS 结构的高频测量的 C-V 曲线如下图

(1) 判断该结构中，半导体的 n/p 。

(2) SiO_2 层， $C=200\text{pF}$ ， $S=2\times 10^{-3}\text{cm}^2$ ，求 d_i

(3) 说明图中 1,2,3,4,5 点的半导体一侧的状态，并示意画出每点半导体一侧的能带形状，以及金属和半导体一侧的电荷分布。



四、 15'

大学物理

五、(25 分) pn 结二极管, 其 N 型侧掺杂浓度 N_D 是 P 型侧掺杂浓度 N_A 的 5 倍 ($N_D = 5N_A$), 当处于热平衡态时, 在耗尽层近似下,

4) 示意画出电荷密度 ρ 分布

图 ($\rho \sim x$), 假定纵轴 (ρ)

上一个刻度等于 $|qN_A|$;

5) 示意画出简易能带图 ($E \sim$

x), 假定纵轴 (E) 上一

个刻度等于 $E_g/4$, 而且 P 型

侧 $E_F - E_V = E_g/4$ 、n 型侧 E_C

$- E_F = E_g/8$;

6) 示意画出电场强度分布图 (\mathcal{E}

$\sim x$);

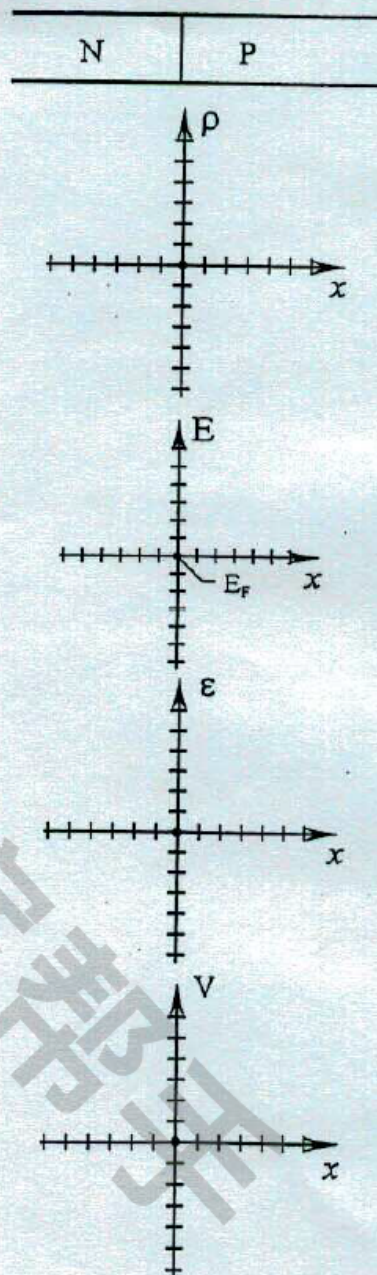
7) 示意画出电势分布图 ($V \sim$

x), 假定纵轴 (V) 上一

个刻度等于 $1/4$ 的 E_g/q ;

8) 用 E_g 表达出此 pn 结的自建

电势 V_{bi} 的大小。



共 3 页第 2 页

9) 要增大击穿电压, 如何改变掺杂浓度? 并画出能带图 E-X。

五、(15') 室温下, 一块电阻率为 $0.43 \Omega \cdot \text{cm}$ 的 n 型硅

(1) 求多子浓度和少子浓度 (可查图)。

(2) 计算费米能级位置 $E_c - E_f$ 。

(3) 制备肖特基二极管，在 $W_{Au}=4.80\text{eV}$ ， $W_{Pt}=5.3$ ， $W_{Ga}=4.0$ ， $W_{Cu}=4.1$ ，应选哪些金属？为什么？

4) 求 qV_d 最大的金属和其 qV_d ，画出能带图。

六、 (10') 肖特基实验，题中给出过程。

1) Δn 和 Δp 的运动方向，为什么？

2) 如何测出迁移率，是多子还是少子？

附录：

1. 物理常数：

电子电荷	Q	$1.6 \times 10^{-19} \text{C}$
波尔兹曼常数	K	$1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$
电子伏特	eV	$1.6 \times 10^{-19} \text{J}$
真空介电常数	ϵ_0	$8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$

2. Si 材料的性质 (300K)：

本征载流子浓度	n_i	$1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$
导带底等效状态密度	N_c	$3 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$
价带顶等效状态密度	N_v	$1 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$
亲和势	χ	4.05eV
禁带宽度	E_g	1.12 eV

3. Si 材料电阻率随掺杂浓度变化图

