

# 2015 天津大学微电子与固体物理学考研真题

## 一 . 填空题 ( 每空 1 分 , 共 30 分 )

1.把硅原子掺入砷化镓样品中, 掺杂浓度为  $10^{15} \text{ cm}^{-3}$  其中 10%硅原子取代砷, 90%硅原子取代镓, 若杂质完全电离, 忽略本征激发, 则半导体为   1  型半导体, 取代砷的相当于   2  杂质

2.随着半导体的掺杂浓度增大, 杂质原子间的   3  所以产生共有化运动, 当重掺杂时候, 杂质能级   4  ,当杂质能带进入导带产生   5  效应

3.载流子的寿命可以用下面公式表达,

$$\tau = \frac{r_n(n_0 + n_1 + \Delta p) + r_p(p_0 + p_1 + \Delta p)}{N_t r_p r_n (n_0 + p_0 + \Delta p)}$$

其中  $n_1$  是指   6  ,半导体的禁带宽度为 1.35eV,  $E_t$  距离导带 0.12eV, 如果  $E_F$  离价带 0.31eV 那么公式可以简化为   7  

4.杂质的迁移率是指在单位电场下漂移速度的大小, 其影响的因素有   9  和   10  

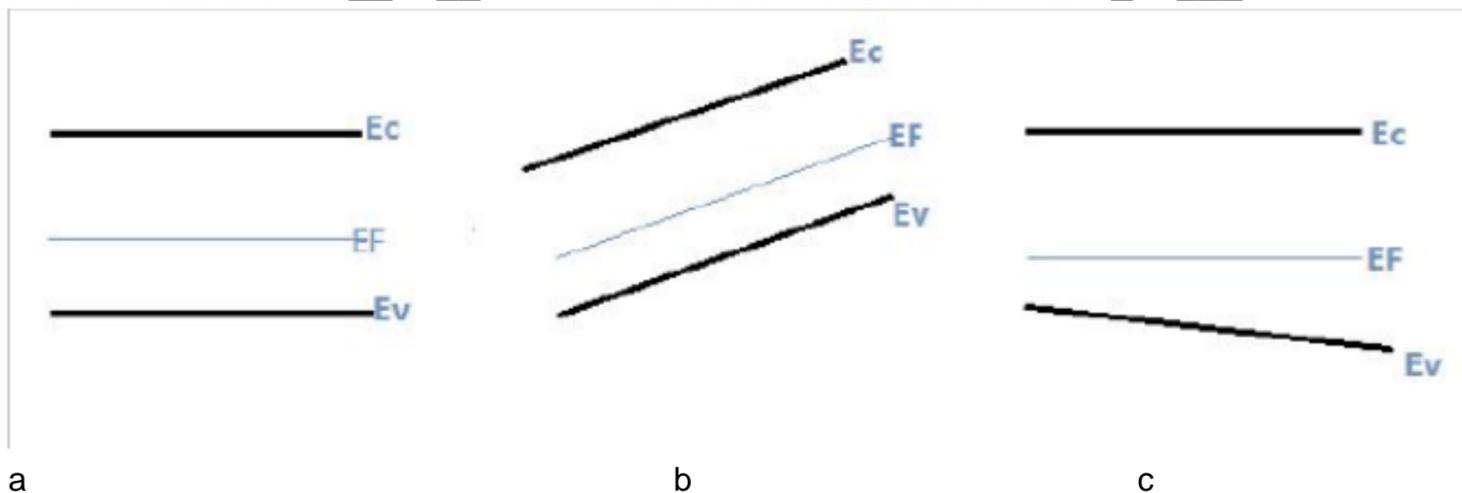
5.P 型半导体和 N 型半导体接触时会形成内建电场, 这个内建电场和   11  ,   12  , 还有   13  有关。所以由 Si, Ge, GaAs 组成的 PN 结的内建电场最大的是   14  

6..制造晶体管一般是在高杂质浓度的 n 型衬底上外延一层 n 型的外延层, 再在外延层中扩散硼、磷而成, 设 n 型硅单晶衬底是掺锑的, 锑的电离能为 0.039eV, 300k 时的  $E_F$  位于导带底下面 0.026eV 处, 此时半导体是   15   ( 简并, 弱简并, 非简并 ), 判断的依据是   16  

7.一般求电导率可以通过求半导体的掺杂浓度即它的纯度, 但是这种方法的局限性是   18  

8.肖特基二极管是由金属和半导体接触形成的, 对金属来说它的功函数和半导体的功函数哪个大   19  形成势垒时候半导体的空间电荷区很厚是因为   20  , 肖特基二极管和普通的半导体形成的 PN 结不同因为正向导通时载流子在金属中是   21  

9.费米能级和电流的关系, 图 abc 哪个会半导体内部形成电流   22  形成电流的方向向左还是右   23  图 b 中哪边的电势高左边还是右边   24  



10.非平衡载流子会在一定时间内复合消失, 所以载流子有一定的寿命用  $T$  表示, 它的含义是   26  它的大小决定了半导体的复合个过程, 复合包括直接复合和间接复合 Si 的复合过程是   27  机制的过程

## 二．名词解释（每个 5 分，总共 25 分）

1.深能级杂质

2.热载流子

3.空穴

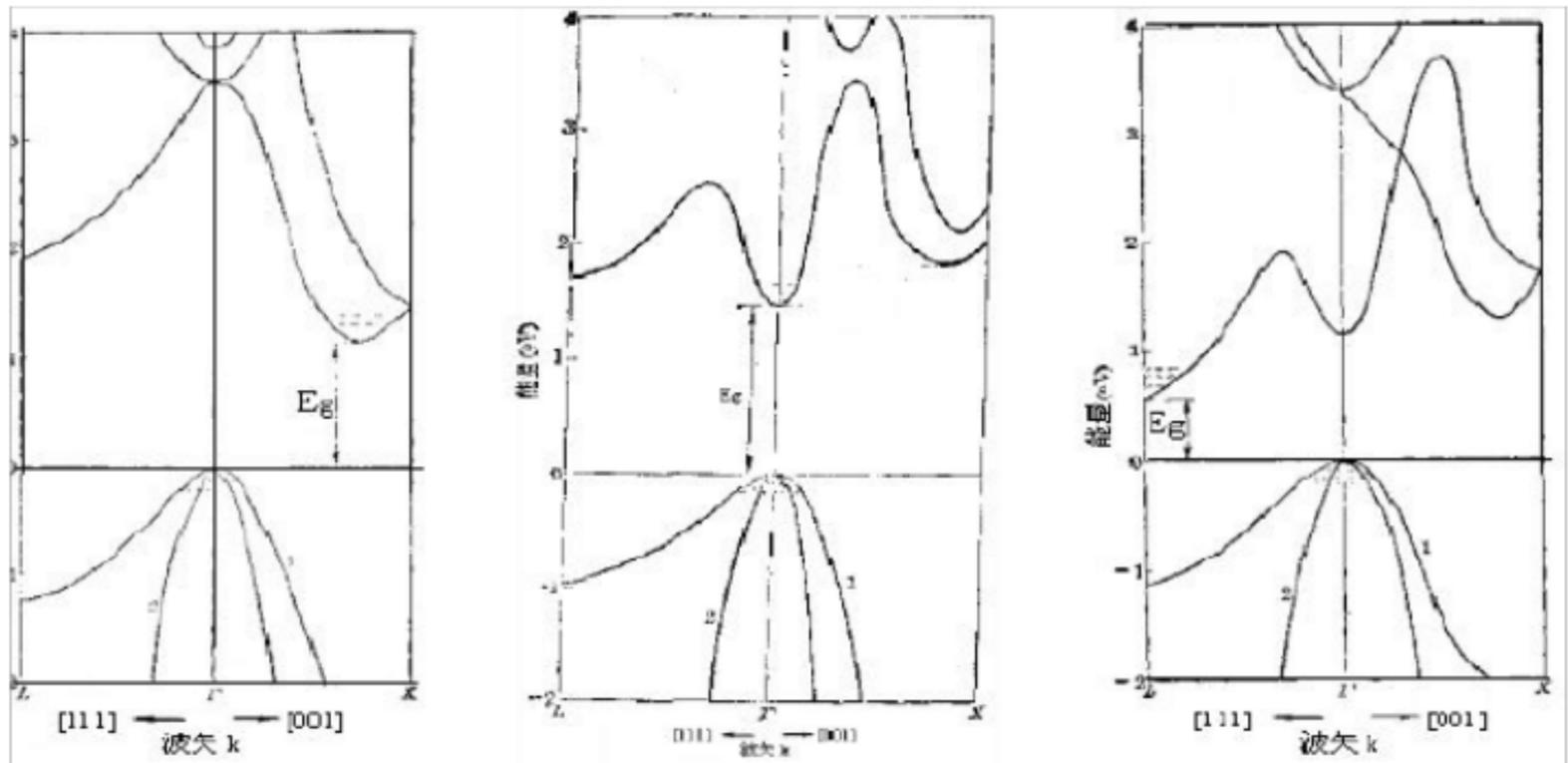
4.准费米能级

5.场效应晶体管 MOS 的跨导

## 三．简答（每个 10 分，总共 60 分）

1.（10 分）

Si 和 Ge，GaAs 的能带图如下，判断它为直接带隙半导体的依据是什么？



对 GaAS 来说，其最低能谷比价带顶部高出 0.29eV 地方也有一个极小值，由于这个能谷的存在使得 GaAS 与 Si 和 Ge 不同的电学特性，试简单简述其中原理。

2.(10 分)

2. 半导体有几种载流子参与导电？何为电中性？列出掺入一种杂质后的杂质半导体的电中性方程。

3.(10 分)

何为扩散电容，何为势垒电容？为什么在正向偏压下以扩散电容为主，在反向偏压下以势垒电容为主？

4.(10 分)

双极晶体管的共基极电流增益由基本组成，请就不同的部分说明其含义和定义？

### 5.(10分)

在双极晶体管中集电极电流和共射电流增益随外偏置电压的变化曲线是怎么样的。

### 6.(10分)

解释亚阈值特性和特点。

## 四 . 简答题 ( 35 分 )

1.已知 Ge 半导体  $N_c$  和  $N_v$  , 求本征半导体其  $n_i$  的大小 , 试着证明关系式

$$\frac{1}{m_c} = \frac{1}{3} \left( \frac{2}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)$$

的成立 ( 15 分 )

2. ( 10 分 )

在掺杂浓度  $N_A=10^{16} \text{cm}^{-3}$  , 少数载流子寿命为  $1 \mu\text{s}$  的 P 型硅中 , 如果由于外界作用 , 少数载流子全部被清除 , 那么在这种情况下 , 电子 - 空穴对的产生率是多大 ? (  $E_t=E_i$  )

3.(10分)

n 沟 MOSFET 的参数如下 :  $\mu_n=650 \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  ,  $t_{ox}=200 \text{\AA}$  ,  $W/L=50$  ,  $V_T=0.3 \text{V}$  ,  $\epsilon_{SiO_2}=3.9$  ,  $\sigma_0=8.85 \times 10^{-14} \text{F/cm}$  ,  $V_{GS}=1.4 \text{V}$  , 求当  $V_{DS}$  为  $0.3 \text{V}$  时候 , 和  $V_{DS}$  为  $2.5 \text{V}$  的时候的漏源电流大小。 ( 10 分 )