

中国科学院长春光机所

2010 年博士学位研究生入学考试试题

(半导体物理)

一、解释说明题(每小题 8 分, 共 40 分)

1. 布里渊区和 K 空间等能面
2. 杂质补偿和杂质饱和电离
3. PN 结物理分析中, 采用耗尽近似条件, 说明其物理根据。
4. 半导体计算中, 费米分布和玻耳兹曼分布有何区别? 从费米分布统计过渡到玻耳兹曼统计的物理条件是什么?
5. 分析金半接触中整流接触和欧姆接触的物理区别。

二、(15 分) 假设导带底 E_c 在 $K=0$, 其附近的等能面是球形, 求在非简并条件下导带电子的平衡浓度表达式为

$$n_0 = 2 \left(\frac{2\pi m_c k_0 T}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{E_c - E_F}{k_0 T}} = N_c e^{-\frac{E_c - E_F}{k_0 T}}$$

其中, m_c 为导带电子状态密度有效质量。

(积分公式: $\int_0^{\infty} x^{\frac{1}{2}} e^{-x} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$)

三、(15 分) 对于一块纯净的本征半导体:

- ①进行 p 型掺杂, 掺杂水平中等;
- ②如果对该中等水平掺杂的 p 型半导体进行光照, 光照水平小注入,

$$\Delta n = \Delta p > n_i; (n_i \text{ 为本征载流子浓度})$$

③如果对该中等水平掺杂的 p 型半导体进行升温，升温使半导体达到高温本征化；

分别画出上述情况的能带图，标出本征费米能级、费米能级或准费米能级的位置，说明上述掺杂、光照和高温激发三种情况有何不同。

四、（15 分）试说明半导体材料中少子寿命的物理意义，说明利用光电导法测量半导体材料少子寿命的原理和数学表达式。

五、（15 分，第 1 小题 4 分，第 2 小题 5 分，第 1 小题 6 分）

- （1）画出 MOS 结构的等效电路，写出理想 MOS 的电容表达式；
- （2）给出实际 MOS 结构平带电压的表达式，说明其主要影响机制；
- （3）以 P 型 MOS 结构为例，定性分析在不同表面状态下的 MOS 结构电容电压 $C-V$ 特性。