

东南大学

二 00 四年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

请考生注意: 试题解答务请考生做在专用“答题纸”上!

做在其它答题纸上或试卷上的解答将被视为无效解答, 不予评分。

课程编号: 429

课程名称: 半导体物理

一、基本概念 (简单解释或说明, 每题 6 分, 共 60 分)

空穴的特征

受主杂质

有效质量的物理意义

迁移率

费米能级

简并半导体

热载流子

少子寿命

爱因斯坦关系式及意义

间接复合

二、定性解释或说明 (每题 20 分, 共 40 分)

1. 图 1 给出了 Si 电子迁移率 μ_n 与温度 T 和掺杂浓度 N 的关系曲线, 请定性解释这种关系。
2. 图 2 给出了 Si 中电子平均漂移速度 \bar{v}_d 与电场强度 \mathcal{E} 的关系, 请定性解释这种关系。

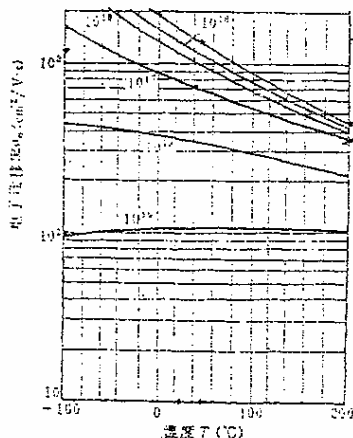


图 1 Si 电子迁移率与温度和掺杂浓度的关系

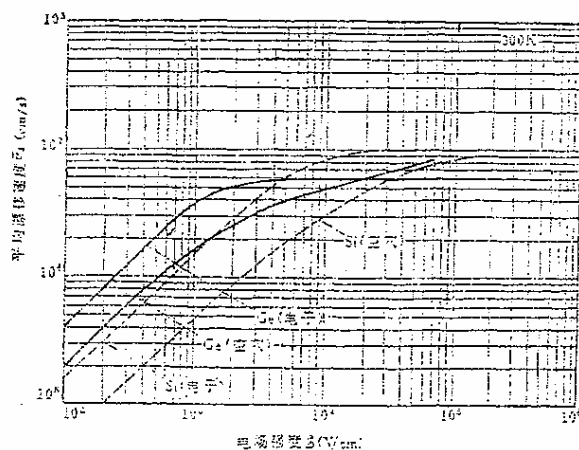


图 2 Si 中电子平均漂移速度与电场强度的关系

三、计算与推导 (共 50 分)

1、(20 分) 单晶硅中均匀地掺入两种杂质:

掺硼 $1.5 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$, 掺磷 $5.0 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 。

试计算: (1) 室温下载流子浓度 (5 分);

(2) 室温下费米能级位置 (5 分);

(3) 室温下电导率 (5 分);

(4) 600K 下载流子浓度 (5 分)。

已知: 室温下 $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$, $N_C = 2.8 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$,

$N_V = 1.0 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$, $k_0 T = 0.026 \text{eV}$;

600K 时 $n_i = 6 \times 10^{15} \text{cm}^{-3}$ 。

2、(20 分) 试证明在小注入条件下 ($\Delta p \ll n_0 + p_0$),

N 型半导体材料由直接复合决定的少子寿命为:

$$\tau \approx \frac{1}{r n_0}$$

式中 r 是电子-空穴复合几率。

3、(10 分) 硅导带极值有 6 个, 等能面为旋转椭球

面, 椭球长轴方向沿 $\langle 100 \rangle$, 有效质量分别为 m_l 和

m_t , 试证明电子的电导有效质量 m_c 为:

$$\frac{1}{m_c} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{m_l} + \frac{2}{m_t} \right)$$