

东南大学

一九九八年攻读硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 441

试题科目: 半导体物理

(每题10分, 十题共100分)

一. 请逐点指出并说明以下论述中的错误.

n型半导体的电导主要是导带电子的定向输运形成的。在非简并条件下, 导带电子只服从玻尔兹曼统计分布, 不服从费米统计分布。根据玻尔兹曼统计, 在导带中越接近导带底, 电子浓度越高。因为导带底附近电子有效质量为正, 所以在外加电场作用下, 导带电子将逆电场方向漂移。由于电子在漂移过程中受到散射, 因此不论外电场强弱, 电子漂移速度都具有恒定的平均值。如果电子不受到散射, 则其平均漂移速度的大小与电场强度大小成正比。少数载流子空穴带正电荷, 因为有效质量为负, 所以在外电场作用下也逆电场方向漂移, 从而抵消或补偿了一部分电子对电导的贡献, 使电导率下降。但是在通常情况下, 半导体中少数载流子的浓度比多数载流子浓度低得多, 所以少数载流子对电导的影响不明显。

二. 在简并半导体中载流子的扩散系数 D 和迁移率 μ 之比为

$$\frac{D}{\mu} = \frac{1}{q} \frac{dE_f}{d(\ln n)}$$

式中

E_f 为费米能级,

n 为平衡载流子浓度,

q 为电子电荷.

试证明在非简并条件下, 该式将简化为爱因斯坦关系.

三. 设某 n 型半导体存在两种散射机构. 若只有第一种散射机构起作用, 则电子迁移率为 $700 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$. 若只有第二种散射机构起作用, 则电子迁移率为 $300 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$. 如果两种散射机构同时起作用, 则电子迁移率是多少?

四. 什么是 MIS 结构的平带电压? 平带电压的高低与哪些因素有关? 在 MIS 结构的电容-电压 (C-V) 特性测量中确定平带电压有何重要意义?

东南大学

一九九八年攻读硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 441

试题科目: 半导体物理。

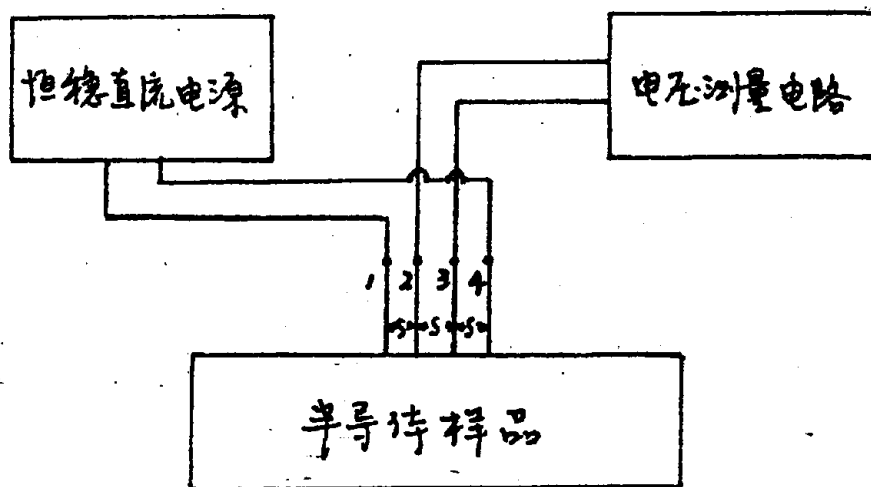
五. 图中所示为四探针法测量半导体电阻率的装置。使4根等距排成直线的金属探针同时与待测半导体样品表面接触。在第一和第四探针之间维持直流电流强度 I , 在第二和第三探针之间测得电压 V 。若样品足够大, 且探针距样品边缘较远, 则样品的电阻率为

$$\rho = 2\pi s \frac{V}{I}$$

式中 s 为相邻探针之间的距离。

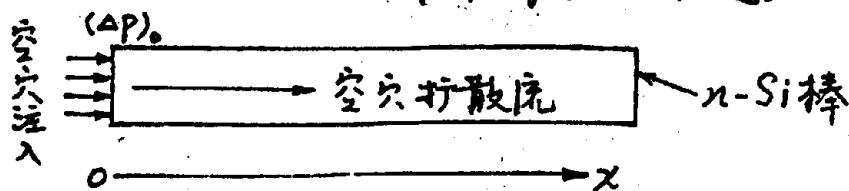
如果先在半导体表面比较光滑的条件下进行测量, 得到的电阻率值为 ρ_1 。然后用金刚砂磨擦样品表面, 引入表面复合中心, 再在原处进行一次测量, 得到的电阻率值为 ρ_2 。实验发现通常情况下, ρ_2 和 ρ_1 不相同。请解释这

了实验现象, 要指出哪一次测量结果更接近样品的真实电阻率。



第五题图示

六. 设 n 型硅中空穴迁移率 $\mu_p = 450 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$, 空穴的寿命 $\tau_p = 8.6 \mu\text{s}$. 右端表面处有稳定的空穴注入, 注入的非平衡空穴浓度 $(\Delta p)_0 = 10^4 \text{ cm}^{-3}$. 请计算 (1) 右端表面向内的空穴扩散流密度, (2) 距右端 10 cm 处的非平衡空穴浓度.



第六题图示

(提示: $\frac{d}{dx} e^{kx} = k e^{kx}$; $\frac{kT}{q} = 0.026 \text{ V}$)

东南大学

一九九八年攻读硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 441

试题科目: 半导体物理

七. 已知导带电子的状态密度为

$$g_c(E) = 4\pi V \frac{(2m_n^*)^{3/2}}{h^3} (E - E_c)^{1/2}$$

式中 V 为体积, E_c 为导带底能量, m_n^* 为导带电子有效质量. 请分别列出计算导带电子浓度和导带电子平均能量的公式.

八. 请列举并说明你所知道的判断半导体导电类型 (p 型或 n 型) 的实验方法.

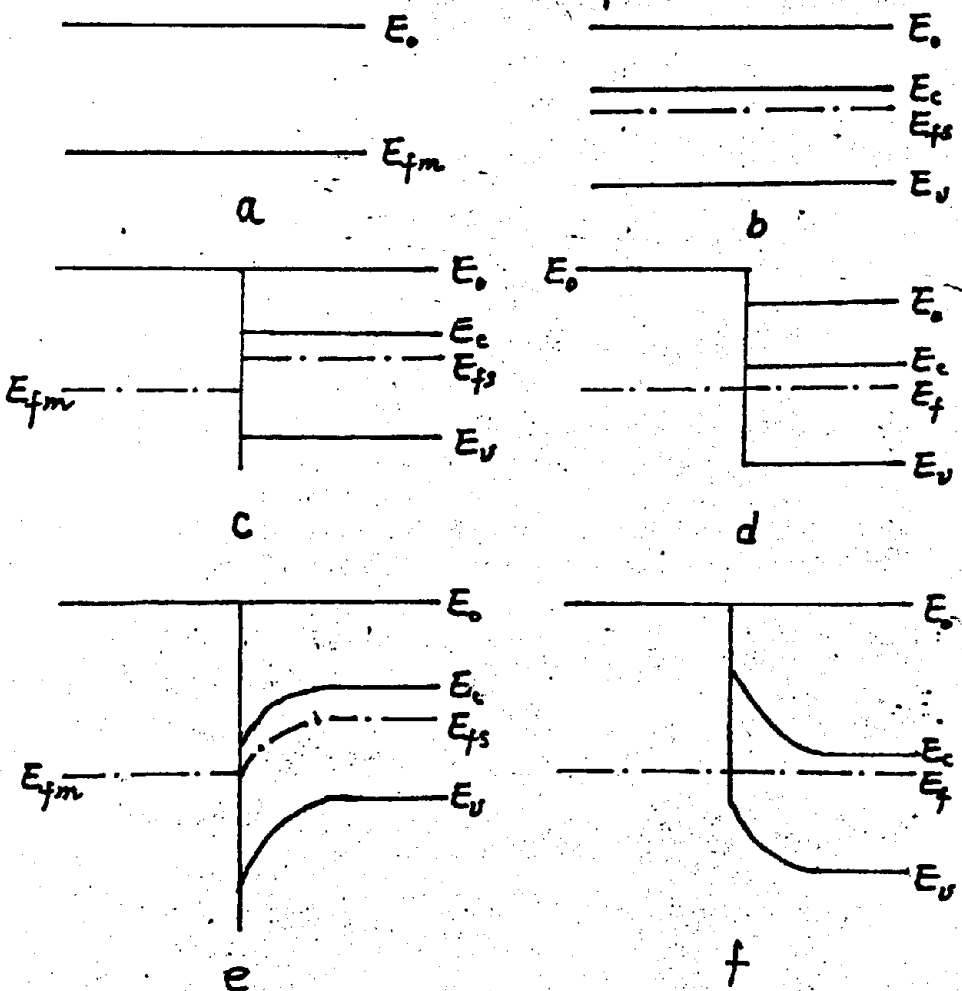
九. 请解释以下名词:

- (1) 费米能级.
- (2) 准费米能级.
- (3) 耗尽层.
- (4) 复合中心.
- (5) 施主型表面态.

10. 已知金属和半导体接触前的能带分别如图a和图b所示。图中 E_0 为真空中静止电子的能量, E_{fm} 和 E_{fs} 分别为金属和半导体的费米能, E_c 和 E_v 分别为半导体导带底和价带顶能量。

(1) 图c, d, e, f分别表示金属和半导体接触后的能带图。请分别指出该图的错误。

(2) 请画出正确的接触能带图。



第十题图示